Phys. g.
~~1 4 [illegible]~~
8 i (4

Annalen

<36633571580011

<36633571580011

Bayer. Staatsbibliothek

Ritter.

Digitized by Google

ANNALEN

DER

PHYSIK.

HERAUSGEGEBEN

VON

LUDWIG WILHELM GILBERT,

PROFESSOR ZU HALLE.

VIERTER BAND.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN

HALLE,

IN DER RENGERSCHEN BUCHHANDLUNG.

1800.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Bayerische
Staatsbibliothek
München

INHALT.

Vierten Bandes erſtes Stück.

I. Einige Bemerkungen über die Cohäſion, und über den Zuſammenhang derſelben mit dem Magnetismus, von Joh. Wilh. Ritter in Jena Seite 1

II. Bemerkungen über den Widerſtand flüſſiger Körper, und Beſchreibung von Verſuchen, die zum Behuf einer richtigen Theorie hierüber angeſtellt wurden. von Samuel Vince, Prof. zu Cambridge F. R. S. 34

III. Bericht über das Erdbeben, welches den 18ten Nov. 1795 in verſchiedenen Theilen Englands geſpürt wurde, von Edw. Whitack. Gray, Med. D. F. R. S. 59

IV. *Beiträge* zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Herrn Grafen von Rumford in London. (Fortſ., Ann., III, 309.) 85

5. Beſchreibung verbeſſerter Feuerſtätte, die vom Verfaſſer zu München im Groſsen angelegt und geprüft ſind 85

6. Verſuche über Kochgefäſse und Feuerſtätte in den vorhin beſchriebenen Küchen zu München 96

V. Geſetze für die Stärke der Schallfortpflanzung durch feſte und flüſſige Stoffe von L. A. von Arnim. (Nachſchrift zu Perolle's Abhandl. Ann. der Phyſ., III, 167 f.) 112

VI. Entbehrlichkeit des Venturiſchen Princips. Aus einem Briefe des Prof. Buſſe an den Herausgeber Seite 116
VII. Auszüge aus andern Briefen an den Herausgeber 126
1. Vom Herrn Prof. Kries in Gotha 126
(Lichtenberg's Hygrometrie, hinterlaſsne Schriften, Biographie)
2. Vom Herrn Prof. Grimm in Breslau 127
(Klingert's Scheibenmaſchine, Luftpumpe und Eudiometer. Schleſiſches Erdbeben)
VIII. Auszug aus einer Nachricht des Herrn von Gersdorf über das *Erdbeben* am 11ten Dec. 1799 128

Vierten Bandes zweites Stück.

I. Bemerkungen über eine ſehr ungewöhnliche Horizontal-Refraction, von Samuel Vince, Profeſſor der Aſtronomie und Phyſik zu Cambridge, F. R. S. Seite 129
II. Nachricht von einer merkwürdigen atmoſphäriſchen Refraction, von Will. Latham, F. R. S. 142
III. Mechaniſche Unterſuchungen über die Schwingungszeit der Unruhe in Taſchenuhren und in Mudge's Zeithaltern, von George Atwood, F. R. S. 148
Unruhen mit einer Stahlfeder 150
Unruhen mit mehrern Stahlfedern 165
Unruhe und Hemmung in Mudge's Zeithaltern 175

Anwendung der vorigen Berechnungen auf Mudge's Zeithalter Seite 183

IV. Einige Bemerkungen und Verſuche über die vom Bürger Haſſenfratz erregten Zweifel gegen die Richtigkeit der gewöhnlichen hydroſtatiſchen Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes feſter und flüſſiger Körper, von G. G. Schmidt, Prof. der Mathematik zu Gieſsen 194

V. Ueber den Einfluſs des Sonnenlichts auf die Verdünſtung des Waſſers, vom Prof. Egidius Heller in Fulda 210

VI. Beiträge zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Hrn. Grafen von Rumford. (Fortſetzung, Annalen, IV, St. 1, Auff. 4.) 222

7 Beſchreibung von Feuerungsanſtalten zu verſchiedenem ökonomiſchen Gebrauche, als Muſter zur Nachahmung

1. *Küchen* 222
2. Tragbare Feldküchen für Armeen 227
3. Bleichkeſſel 229
4. Eine Waſchanſtalt für Familien 231
5. Heitzung durch Dampf 236
6. Tragbare Kochkeſſel für Armeen im Felde; Keſſel zu Dampfmaſchinen und zum Deſtilliren 237
7. Ein muſterhafter Backofen 239
8. Back- und Bratöfen auf Schiffen 243
9. Küchen und eiſerne Kochtöpfe für Arme 244
10. Ein immer brennender Kalkofen 245

VII. Einige dioptriſche Bemerkungen, von Will. Nicholſon 250

1. Unterſuchung des Glaſes zu optiſchem Gebrauche, und Unvollkommenheit optiſcher Gläſer S. 250
2. Mikroſkopiſche Glaskügelchen 252
3. Vorſchlag einer Verbeſſerung für Fernröhre 254

Vierten Bandes drittes Stück.

I. Verſuche und Bemerkungen über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers, vom Herrn Grafen von Rumford in London Seite 257
Beſchreibung des Apparats 262
Vorläufige Verſuche 271
Wirkungsart des entzündeten Schieſspulvers 276
II. Abhandlung über die Platina, und ihre Nutzbarkeit in den Künſten, beſonders zu Spiegel-Teleſkopen, von Alexis Rochon, Mitglied des National-Inſtituts und Director des Marine-Obſervatoriums zu Breſt 282
III. Bemerkungen über die Erfindung der achromatiſchen Fernröhre und die Vervollkommnung des Flintglaſes, von Alexis Rochon zu Breſt 300
IV. Beitrag zur Berichtigung des Streits über die erſten Gründe der Hygrologie und Hygrometrie, von L. A. von Arnim 308
V. Beiträge zur Lehre von der Wärme, in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht, vom Herrn Grafen von Rumford in London. (Fortſetzung, Ann., IV, 84.) 330
8. Verſuche mit Braukeſſeln; in wie weit es vortheilhaft iſt, Flüſſigkeiten in groſsen Maſſen zu kochen; Schätzung der Total-Hitze, welche verſchiedene Brennmaterialien geben, und des wirklichen Verluſts an Hitze beim Kochen 330

VI. Beſchreibung der groſsen Electriſir-Maſchine des Prinzen Heinrich von Würtemberg zu Walisfort, von J. K. P. Grimm, Profeſſor in Breslau Seite 359

VII. Ueber einige ſcheinbare Anomalien im ſpecifiſchen Gewichte der Verbindung verſchiedener Stoffe mit dem Waſſer, von J. A. Haſſenfratz. (Im Auszuge.) 364

VIII. Anmerkungen zu dem vorſtehenden Aufſatze des B. Haſſenfratz, von L. A. von Arnim 369

Vierten Bandes viertes Stück.

I. Verſuche und Bemerkungen über die Kraſt des entzündeten Schieſspulvers, vom Herrn Grafen von Rumford in London. (Beſchluſs, Annalen, IV, 257.) Seite 377

Verſuche über die Expanſiv-Kraft des Pulverdampfs 377

Berechnung der Expanſiv-Kraft der Waſſerdämpfe im entzündeten Pulver 395

II. Beſchreibung einer neuen tragbaren Pulverprobe, vom Bürger Regnier 400

III. Verſuche, den Diamanten in Kohle zu verwandeln, und den Schwefel durch ihn zu entſäuern, von Guyton. (Eine Fortſ. der Aufſätze in den *Annalen der Phyſik*, II, 387, und III, 65.) 405

IV. Die Wärme als Urſach des Leuchtens nach chemiſchen Erfahrungen betrachtet, vom B. Dizé 410

V. Electriſche Verſuche von Aldini, Prof. der Phyſik auf der Univerſ. Bologna 419

VI. Ueber die chemiſche Wirkung der Metalle auf einander, bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre, von Fabroni 428

Anmerkungen zur Geſchichte der von Aldini und Fabroni in den vorhergehenden Auf-

ſätzen beſchriebenen Verſuche, von L. A. von Arnim Seite 434
VII. Ueber die verſchiedenen Zuſtände, in welchen der Lichtſtoff vorkommt, von Brugnatelli 438
VIII. Alexander von Humboldt's phyſikaliſche Beobachtungen auf ſeiner Reiſe nach dem ſpaniſchen Amerika. (Aus einem Briefe deſſelben an Delamétherie.) 443
IX. Ueber das verbeſſerte Haaſiſche Barometer, von F. W. Voigt, Mechanicus zu Jena 456
X. Auszüge aus einigen Briefen an den Herausgeber 477
1. Vom Hrn. Prof. Egidius Heller in Fulda, (merkwürdige magnetiſche Beobachtungen; mikro-electriſche.) 2. Vom Herrn Hofr. und Rathsadv. Seiferheld in Schwäbiſch-Hall, an den ſel. Gren. (Beſchreibung eines Federkiel-Hygrometers.) 3. Vom Herrn M. Lüdicke in Meiſsen, (Hygrometerſteine; Chiminello's Federſpul-Hygrometer). 4. Von Herrn Leopold von Buch in Berlin, (Barometer-Geſetze; Geologien; Moll's Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde; Baſalte in Italien und Deutſchland, und ihr Entſtehn.)
XI. Vermiſchte Bemerkungen und Nachrichten 489
1. Ein merkwürdiger Verſuch des Prof. Abildgaard in Koppenhagen, über die Wirkung des Lichts auf das rothe Queckſilber-Oxyd 489
2. Nachricht vom Einfluſſe verſchiedener Gasarten auf das Keimen der Saamen 490
3. Neues Verfahren, die Platina zu ſchmieden 492
4. Bemerkungen über die Vorrichtung Samuel Vince's zur Vergleichung des Stoſses eines iſolirten Waſſerſtrahls auf eine unbewegliche Ebene, mit dem Drucke einer ruhenden Waſſerſäule, (Ann. d. Ph., II, 416.) 492
5. Nachricht des Dr. Chladni's in Wittenberg von ſeinem Clavi-Cylinder 494

ANNALEN DER PHYSIK

VIERTER BAND, ERSTES STÜCK.

I.

EINIGE BEMERKUNGEN
über die Cohäſion, und über den Zuſammenhang derſelben mit dem Magnetiſmus,

von

JOH. WILLH. RITTER
in Jena *).

1) *Ueber die Cohäſion der Metalle.*

Unter allen bisherigen Verſuchen über die Cohäſion der Metalle ſind ohnſtreitig keine mit ſo viel

*) „Was Sie hier, ſagt der Verf. in einem Briefe an den Herausgeber, über *Cohäſion und ihren Zuſammenhang mit dem Magnetiſmus* erhalten, iſt der Anfang einer gröſsern Abhandlung, die dem ganzen Magnetiſmus unvermerkt eine neue Anſicht bereiten ſoll, und deren Fortſetzung ich für die Annalen ſo bald wie möglich liefern werde. Einiges neue findet ſich, den-

Genauigkeit angeſtellt worden, keine alſo in ihren Reſultaten ſo zuverläſſig, als die, welche der *Graf von Sickingen* in ſeinen *Verſuchen über die*

ke ich, ſchon in dieſem Anfang. Lange hat mir keine Arbeit das Vergnügen gewährt, und ich glaube daſſelbe auch für die Leſer in der Folge einigermaſsen verſprechen zu können. — — Zwar ſpreche ich von Cohäſion ohne zu ſagen, was darunter verſtanden wird, aber wie überall, iſt auch hier die Definition das letzte. Es iſt ſonderbar, ſie früher haben zu wollen. Sie ſoll ſagen, was das Ding eigentlich iſt; das eben iſt aber auch die Aufgabe aller Theorie, ja ich möchte ſagen, alle wahre Theorie geht einzig auf richtige Definitionen aus. Erſt alſo wenn die Theorie vollendet iſt, iſt auch ſie da; eins iſt nicht ohne, und nicht früher oder ſpäter als das andre." — Es wird für den Leſer wahrſcheinlich nicht weniger intereſſant ſeyn, als es für den Herausgeber war, zu ſehen, wie zwey Mitarbeiter der Annalen, deren Kenntniſſe und Scharfſinn nicht geringe Hoffnungen erwecken, Herr *Ritter* und Herr *von Arnim*, (Annalen der Phyſik III. 48.), zu gleicher Zeit eine Idee aufgefaſst haben, die in der That ſehr vieles für ſich hat: *Abhängigkeit des Magnetismus von der Cohärenz*, und wie ſie, ohne einer die Arbeit des andern zu kennen, (gegenwärtiger Aufſatz lief kurz nach Ausgabe des erſten Stücks des vorigen Bandes ein,) dieſer Idee auf verſchiednen Wegen nachgegangen ſind. Daſs ſie ſich dabey im Ganzen genommen ſo nahe an die Erfahrung halten, als es bey einer Materie, für die noch

Platina *) beſchrieben hat. Die Dräthe, welche er dazu anwandte, hatten gleiche Länge und Di-

ſo manche delicate und koſtbare Verſuche anzuſtellen ſind, nur immer möglich war, ohne ſich zu der lockenden und bequemen Methode verführen zu laſſen, über die Erfahrung *a priori* wegzufliegen, ſcheint mir beſonders lobenswerth. Hat, was beſonders die Cohäſion betrifft, Herr *Ritter* das wahre Geſetz derſelben getroffen, ſo iſt für die Phyſik gewiſs ein groſser Schritt geſchehn; doch um hierüber zu entſcheiden, fehlt es, wie er bemerkt, noch an hinlänglichen Verſuchen, zu denen reiche Naturkündiger auch nur veranlaſst zu haben, ſchon verdienſtlich ſeyn würde. Gewiſs wird der Leſer mit mir in der Behauptung übereinſtimmen, daſs, wenn mehrere unſrer deutſchen Phyſiker die Annalen mit ſo ſorgfältigen neuen Beobachtungen, wie die vorigen Stücke enthalten, und mit ſo glücklichen Zuſammenſtellungen und ſcharfſinnigen Schlüſſen, wie in dieſem Aufſatz, beſchenken, unſre Jahrbücher der Natrukunde neben denen der Franzoſen und Engländer in keiner Rückſicht im Schatten ſtehen werden. *d. H.*

*) Mannheim, 1782. 8. S. 114. u. f. — Die zum Theil beträchtliche Abweichung der Reſultate der *Sickingen*ſchen Verſuche von denen, welche *Petr. van Muſchenbroek* (*Introd. ad cohaerentiam corpor. firmor.* in ſeinen *Diſſert. phyſ. et geometr. Lugd. Bat. MDCCXXVII.* 4. *p.* 421. *etc.* und *De cohaerentia et firmitate* in ſeiner *Introductio ad philoſophiam naturalem, Vol. I. Lugd. Bat. MDCCLXII.*

cke. Mit jeder Art Drath wurden mehrere Verſuche angeſtellt, und aus den jedesmaligen zum Zerreiſsen derſelben nöthigen Gewichten die mittlere Zahl genommen. Dieſe mittleren Feſtigkei-

4. p. 390. *etc.*) angeſtellt, die man vor *Sickingen* für die richtigſten gehalten hat, iſt zu bekannt, als daſs ſie hier einer weitläufigen Auseinanderſetzung bedurfte. Um die Gründe derſelben gröſstentheils einzuſehen, darf man nur die ganze Abhandlung *Muſſchenbroek's* mit der *Sickingen*ſchen genau zuſammenhalten. — Es ſind indeſs wirklich Verſuche vorhanden, deren Reſultate mit den *Sickingen*ſchen durchaus übereinkommen. *Muſſchenbroek* nemlich führt aus *P. Franciſci Tertii de Lanis Magiſterio Naturae et Artis*, T. II. (*Brixiae* 1686. *fol.*) *Lib.* XI. *Cap.* 1. §. 22. folgende Stelle an: „*Nexus partium in metallis omnium robuſtiſſimus, et qui maxime reſiſtit fractioni, videtur eſſe in* C h a l y b e, *tum in* F e r r o, *deinde vero in* A e r e, *poſthaec in* A r g e n t o, *ac deinde in* A u r o; *demum in* S t a n n o *et* P l u m b o; *nimirum ſi ſumas ſingula fila cylindrica ex ſingulis metallis, inter ſe omnino aequalia ſecundum craſſitiem; atque illis appendas diverſa pondera, donec frangantur, filum chalybeum majus pondus ſuſtinebit, ac caetera deinceps, eo ordine, quem dicebamus.*„ Nach der ſo ſchönen Beſtätigung, die dieſe Angabe durch den *Graf von Sickingen* erhalten hat, möchte alſo *Muſſchenbroek's* Urtheil über jene Verſuche wohl etwas zu hart ſeyn, wenn er bey ihrer Erwähnung (*Diſſert. etc.* p. 506.) ſagt: „*Quicunque deſcripta a nobis Experimenta comparet cum iis, quae adfert de* L a n i s *in Magiſterio etc, facile perſpiciet, hunc Autorem Experimenta ſpectan-*

ten ſtanden bey den 5 von *Sickingen* angewandten Metallen in folgendem Verhältniſs zu einander:

Gold	—	—	150955
Silber	—	—	190771
Platina	—	—	262361
Kupfer	—	—	304696
Eiſen	wenig ſprödes		362927
	ſehr ſprödes		559880

Oder, wenn man bey der Platina die neuere Angabe *Guyton's* *) als die richtigere annimmt, und bey dem Eiſen, wie Guyton bey der Platina, die höhere Angabe der niedern vorzieht:

tia corporum Cohaerentiam tantum ex ſuo cerebello extruſiſſe, tentaſſe vero nihil.„ R.

*) *Annales de Chimie*, T. XX. p. 9. Vergl. *Annalen der Phyſik*, B. I. S. 371. und *Scherer's allgem. Journal der Chemie*, B. I. S. 676. — Eigentlich iſt der Unterſchied der *Guyton*ſchen Angabe von der des *Gr. von Sickingen* bey weitem nicht ſo groſs, als es ſcheint. *Sickingen* zog ſein Mittel aus 7 Reſultaten, unter denen das eine beynahe nur die Hälfte von jedem der andern, die ſich faſt ſämmtlich glichen, war. Zieht man blos aus den 6 gleichförmigern gröſsern das wahrſcheinlichere Mittel, ſo erhält man 278773, eine Zahl, die nur um 869 kleiner als die *Guyton*ſche iſt, ihr aber ſo gut wie ganz gleich kömmt, wenn man darauf achtet, daſs jene Zahl das Mittel von 6 Reſultaten iſt, deren 3 *gröſser*, und eben ſo viel kleiner ſind, als das *Guyton*'ſche Mittel. (Vergl. *v. S. a. a. O.* S. 116.) Ein abermaliger Beweis der groſsen Genauigkeit der Verſuche des Grafen. *R.*

Gold	—	—	150955
Silber	—	—	190771
Platina	—	—	279642
Kupfer	—	—	304696
Eiſen	—	—	559880

Die ſpecifiſchen Gewichte dieſer Metalle bilden folgende Reihe: Platina > Gold > Silber > Kupfer > Eiſen.

Aus der Auflöſung in Säuren werden dieſe Metalle, die vorſtehenden durch das nachfolgende in folgender Ordnung *) im reguliniſchen Zuſtande niedergeſchlagen: Platina, Gold, Silber, Kupfer, Eiſen.

Keine dieſer Reihen iſt die gerade oder umgekehrte von der Folge ihrer Cohäſionen, mit keiner jener Eigenſchaften ſteht alſo die Cohäſion der Metalle im geraden oder umgekehrten Verhältniſs.

Bekanntlich nimmt die Cohäſion dieſer Körper zu, wenn man ſie erkältet **), und ab, wenn man ſie erwärmt. Bey hinlänglichen Graden der

*) Daſs dieſe Reihe ſehr gerechte Anſprüche auf Würdigung bey Auſſuchung allgemeiner Coexiſtenzen hat, wird ſich künftig ſehr deutlich zeigen. R.

**) So fand *Van Mons* bey — 52° bis 53° R. Gold und Silber brüchig. S. *Annal. d. Phyſ.* B. II. S. 366. R.

Wärme hören ſie ſogar auf, feſte Körper zu ſeyn; ſie ſchmelzen; ihre Cohäſion iſt vernichtet. Das könnte wohl die Frage veranlaſſen, ob vielleicht die *Menge der Wärme*, welche erfordert wird, ein Metall in den flüſſigen Zuſtand zu verſetzen, *das wahre Maaſs der Cohäſion* jener Körper ſey.

Die Cohäſionen zweyer Metalle verhalten ſich alſo bey einer gegebenen Temperatur vielleicht zu einander, wie die Producte aus den Zahlen der Wärmegrade, die zwiſchen dieſer Temperatur und dem Schmelzgrade des Metalls enthalten ſind, und den Wärmecapacitäten dieſer Metalle; denn dies wird der eigentliche Ausdruck für die bis zur völligen Aufhebung des feſten Zuſtandes dieſen Metallen zuſtrömenden Quantitäten Wärme ſeyn.

Blos von Gold, Silber, Kupfer und Eiſen kennt man die Wärmecapacitäten, wie die Schmelzgrade. Die erſtern hat *Wilke* *) für alle, und *Crawford***) für die beiden letzten beſtimmt. Für die Genauigkeit der Angaben des erſten ſpricht die Uebereinſtimmung derſelben beym Kupfer und Eiſen mit den hier anzuwendenden Angaben *Crawford's*. Die Schmelzgrade dieſer Metalle hat bis

*) *Kongl. Svensk. Vet. Acad. nya Handl.* T. II. *För Ar* 1781. Q. 1. Nr. 7. und *Crell's neueſte Entdeckungen* B. X. (Leipz. 1783. 8.) S. 190. R.

**) *Verſuche und Beobachtungen über die Wärme der Thiere.* 2 Ausg. (Leipz. 1783. 8.) S. 223. R.

jetzt blos *Wedgwood* *) mit ſo viel Genauigkeit, als ſein Pyrometer erlaubt, beſtimmt.

Die Wärmecapacitäten und Schmelzgrade dieſer Metalle ſind folgende:

Wärmecapacität		Schmelzgrad		
Gold	0,0500	32° Wedg.	=	5237° Fahr.
Silber	0,0820	28° Wedg.	=	4717° Fahr.
Kupfer	0,1110	27° Wedg.	=	4587° Fahr.
Eiſen	0,1269	130° Wedg.	=	17977° Fahr.

Zieht man von jedem der letztern 32° Fahr. ab**), und multiplicirt den Reſt mit der Wärmecapacität deſſelben Metalls, ſo bekommt man für eine Temperatur von 32° Fahr. oder 0° Reaum. folgende Zahlen:

Gold	—	—	260,25
Silber	—	—	384,17
Kupfer	—	—	505,605
Eiſen	—	—	2277,22

*) *Phil. Trans. Vol. LXXII. P. II. for* 1782, und *v. Crell's chem. Annalen* 1798. *B. I.* S. 182. *R.*

**) Die Reihe der Wärmecapacitäten fällt zwar bey dieſen vier Metallen mit der der Cohäſionen zuſammen, keinesweges aber durch die Reihe der ſämmtlichen Metalle hindurch, ſelbſt nicht den allgemeinſten Verhältniſſen nach. Darum war ſie allein hier ohne Bedeutung. Die Folge wird noch andre Gründe aufweiſen, warum ſie auf eine Coexiſtenz mit den Cohäſionen allein keine Anſprüche haben kann. *R.*

Vergleicht man aber dieſe Zahlen mit den oben angegebenen Verhältniſſen der Cohäſion, ſo findet man zwiſchen beiden eine ſchöne Uebereinſtimmung. Beide Reihen ſteigen und fallen mit einander ohne Unterbrechung. Der groſse Sprung vom Kupfer zum Eiſen, den man dort bemerkte, findet ſich auch hier, nur daſs die dem letzteren hier entſprechende Zahl mehr denn das Vierfache von der dem erſtern zugehörigen iſt, indeſs ſie dort kaum das Zweyfache ausmacht*). Wer wollte aber auch mehr Uebereinſtimmung fordern von einem Inſtrument, von deſſen Sprache man kaum etwas mehr als Ja und Nein verſteht, d. i. was blos das Mehr oder Weniger mit Zuverläſſigkeit anſagen kann, da man den Gang der Volumensverminderung des Thons, die das A B C jener Sprache iſt, noch ſo wenig kennt.

Wir können alſo unſere Vermuthung wirklich für beſtätigt halten, und — vor der Hand nur für dieſe 4 Metalle — als bewieſen annehmen, daſs *die Cohäſionen mehrerer Metalle bey einer gegebenen Temperatur ſich zu einander verhalten, wie die Producte ihrer Wärmecapacitäten und ihrer Entfernungen von ihren Schmelzgraden, (in Graden eines und deſſelben Thermometers ausgedruckt).*

*) Es verhalten ſich 15 : 19 : 30 : 56½ d. h. die Zahlen, welche der Cohärenz der vier erwähnten Metalle nach den Sickingſchen Verſuchen entſprechen, ungefähr wie 260 : 330 : 520 : 971. *d. H.*

Es muſs der Zukunft überlaſſen bleiben, zu entſcheiden, ob dieſes *Geſetz von allen Metallen* gelte. Das iſt indeſs ſehr wahrſcheinlich; denn welcher Zufall gehörte dazu, daſs gerade nur die vier Metalle, die ihrer Cohäſion nach ſo genau beſtimmt waren, allein ihm folgen ſollten? Ohngeachtet *Muſſchenbroek's* Erfahrungen über den Grad der Cohäſion der andern von ihm unterſuchten Metalle, nemlich des Zinnes, Wismuths, Zinks, Spiesglanzes und Bleyes, eben ſo mangelhaft ſeyn mögen, als die von ihm über Gold, Silber, Kupfer und Eiſen gemachten; ſo lehrt doch ſchon die alltägliche Erfahrung, daſs ſie alle weit geringer cohäriren müſſen, als jene. Aber es geben auch wirklich ihre Wärmecapacitäten mit den Entfernungen von ihren Schmelzgraden multiplicirt, weit geringere Producte, als bey dieſen, und ſelbſt innerhalb den Muſſchenbroekſchen Angaben entſprechen die über den Zink, den Spiesglanz und das Bley ſchon ganz der Vorausſetzung, indem er die Cohäſion des Zinks gröſser, als die des Spiesglanzes, und die des Spiesglanzes gröſser als die des Bleyes fand, wie es ebenfalls der Berechnung nach ſeyn ſoll. Es ſteht uns alſo faſt nichts im Wege, jenes *Geſetz für allgemein gültig*, und durch die Erfahrung vollkommen beſtätigt anzunehmen.

Nennt man die Wärmecapacität eines Metalles C, ſeine Entfernung vom Schmelzgrade N, ſeine Cohäſion aber X, ſo hat man mit $CN = X$,

was wir eben gefunden haben; auch die Formeln $\frac{X}{C} = N$ und $\frac{X}{N} = C$, deren Anwendung ſehr nützlich ſeyn kann. So iſt uns z. B. von der Platina bis jetzt blos der Grad der Cohäſion genau bekannt, der ohngefähr die Hälfte von dem des Eiſens beträgt. Hätte ſie alſo mit dieſem gleichen Schmelzgrad, ſo würde ihre Capacität für Wärme dem Geſetz nach halb ſo groſs als die des Eiſens, d. i. ohngefähr = 0,0635 ſeyn. Ihr Schmelzgrad aber liegt ausgemacht noch um ein beträchtliches höher, als der des Eiſens; ihre Capacität muſs alſo auch noch geringer ſeyn, als die angegebene, d. i. wenigſtens ſo klein, wie die für das Gold gefundene (= 0,05), wenn nicht noch kleiner ſeyn*). Die Folge muſs lehren, ob wir uns geirrt haben; indeſs iſt zu wünſchen, daſs man nur genaue Beobachtungen, und wo möglich von *einem* und demſelben Experimentator über mehrere andere und vorzüglich das Gold zugleich gemacht, hierüber entſcheiden laſſe.

Wenn man durch Verſuche die genannten Factoren der Cohäſion der Metalle überall genau beſtimmt haben wird, dann wird es Zeit ſeyn,

*) Wirklich iſt dies auch andern geprüften Analogieen nach, auf die ich mich in der Folge öfterer berufen werde, die ſich aber erſt in einer künftig zu liefernden Abhandlung genauer auseinander ſetzen laſſen, höchſt wahrſcheinlich. R.

noch einen andern Umſtand in Rechnung zu ziehen, der ſich bey den groſsen Producten der berechneten vier Metalle gänzlich verliert, bey kleineren aber, z. B. bey einer Berechnung über die Cohäſion des feſtgewordenen, wenige Grade unter ſeinem Null erkalteten Queckſilbers, u. dergl., allerdings erheblich genug wird, um gehörige Rückſicht zu verdienen. Während ein Metall ſchmelzt, hat in dem Augenblick, wo ein Theil deſſelben bereits flüſſig, der andere aber noch feſt iſt, das Ganze eine gemeinſchaftliche Temperatur, gerade ſo, wie Waſſer ſo lange auf 32° Fahr. ſtehen bleibt, als ſich noch feſtes Eis in ihm befindet. Jenes noch nicht geſchmolzene Metall aber beſitzt, eben weil es noch nicht geſchmolzen iſt, noch einen endlichen Grad von Cohäſion. Dieſer aber kann, da kein Unterſchied der Temperatur vorhanden iſt, auch nicht durch ſie beſtimmt werden, und muſs folglich bey jeder Beſtimmung der Cohärenz aus $X = C N$ fehlen. Man kann dieſen Mangel durch nichts erſetzen, als dadurch, daſs man zu jenem N' noch die Anzahl Grade von Wärme rechnet, die auf den Uebergang des feſten Metalls in den flüſſigen Zuſtand verwandt werden, denn dieſer Uebergang iſt ſelbſt nichts, als die Aufhebung der letzten Reſte von Cohäſion. Wie ſoll man aber dieſes n, wie wir es nennen wollen, für jeden einzelnen Fall ohne weitläuftige Verſuche finden?

Auch hier kommt uns die Erfahrung hülfreich entgegen. Bekanntlich verſchluckt eine

Maſſe Eis von 32° Fahr., indem ſie zu Waſſer von 32° Fahr. wird, ſo viel Wärme, als nöthig wäre, die nemliche Menge Waſſer um 140° Fahr. zu erheben. Neuerlich haben die Bürger *Haſſenfratz*, *Welter*, *Bonjour* und *Hachette* *) gefunden, daſs das Queckſilber beym Uebergang aus dem feſten Zuſtande in den flüſſigen ebenfalls ſo viel Wärme abſorbirt, als erfordert wird, das nemliche Queckſilber um eine faſt gleiche Anzahl Grade zu erheben. Begegnen ſich aber zwey übrigens ſo ganz von einander verſchiedene Subſtanzen auf gleichen Wegen; ſollte das nicht auch bey mehreren, vielleicht bey allen Körpern derſelbe Fall ſeyn können? Sollte es wohl ein allen gemeinſchaftliches Geſetz ſeyn, daſs *jeder feſte Körper, beym Uebergang in eine Flüſſigkeit von gleicher Temperatur, ſoviel Wärme abſorbire, als erſorderlich iſt, dieſe Flüſſigkeit um 140° Fahr. zu erheben?*

Angenommen, daſs dies ſeine Richtigkeit hat, ſo hätte man blos die Wärmecapacität des Körpers im flüſſigen Zuſtande (= *c*), deſſen Cohäſion im feſten Zuſtande man ſo eben berechnet, mit dieſen 140° Fahr. zu multipliciren, und das Product *c*. 140° F. zu dem aus *N* und *C* zu addiren, und erſt dieſe Summe würde es eigentlich ſeyn, die ſich bey den Metallen verhielte, wie

*) *Journal polytechnique T. I. Cah.* 1. *p.* 127. 128. Vergl. *Annalen d. Phyſ. B. I.* S. 499. 500. *Scherer's allg. Journ. d. Chem. B. III.* S. 67. 68. *R.*

ihre Cohäſion. Aber die Wärmecapacität eines Körpers im flüſſigen Zuſtande iſt verſchieden von der deſſelben im feſten Zuſtande, die wir vorhin anzuwenden hatten. Die erſte iſt allemal gröſser, als die letztere; nur würde hiermit, da man von ſo manchen Körpern ihre Capacität im flüſſigen Zuſtande nie unmittelbar erfahren wird, eine neue Schwierigkeit eintreten, wenn nicht der hierdurch in die Rechnung kommende Fehler der kleinſte von allen, der in ſie kommen kann, wäre. Auch dieſer würde ſich indeſs bald heben laſſen, ſobald das vorige Geſetz ausgemacht wahr iſt. Nach demſelben verhält ſich die zur Schmelzung erforderliche Menge Wärme genau wie die Wärmecapacität dieſer Körper. Iſt aber das Maaſs der hierbey abſorbirten Wärme das Maaſs der Capacitätserhöhung, wie ſie es iſt, ſo müſſen ſich auch dieſe Erhöhungen verhalten wie die vorher vorhandenen Capacitäten; und ſteht dieſe Erhöhung bey dem einen Körper zu der Capacität deſſelben im feſten Zuſtande in einem gewiſſen Verhältniſs, ſo wird ſie genau in dem nemlichen Verhältniſs auch bey allen übrigen Körpern, die jenes Geſetz unter ſich theilen, dazu ſtehen müſſen. Nun macht aber das, um was die Capacität des Waſſers (gerade des Körpers, der auch jenes Geſetz mit begründen half,) höher als die des Eiſes iſt, nach *Kirwan* ein Neuntheil (1,000 — 0,900) von der Capacität, die es vor dem Schmelzen hatte, aus; es würde alſo gewiſs ſeyn, daſs *bey allen Körpern die Wärmecapacität derſelben im feſten Zuſtande*

zu der im flüſſigen ſich verhalte, *wie* 10 : 9. Hieraus lieſse ſich dann X richtiger $= C \left(N + \frac{10 \cdot 140^{\circ}\ \text{Fahr.}}{9}\right) = C\,(N + 155,5^{\circ}.\ \text{Fahr.})$ beſtimmen. — Von eben ſo geringer Bedeutung würde es ſeyn, wenn ſich, was andern Analogieen nach wirklich nicht ganz unwahrſcheinlich iſt, ſelbſt während des feſten Zuſtandes des Körpers, mit ſeiner Temperatur auch die Capacität deſſelben für Wärme etwas änderte, da ähnlichen Analogieen zu Folge dieſe Aenderungen nicht ſehr bedeutend ſeyn können.

Wir haben im Vorigen bloſs von der Cohäſion der Metalle geſprochen. Sollte aber nicht auch bey *Metallmiſchungen* (*Alliages*), die nur ein wirklich homogenes Continuum bilden, das ähnliche Geſetz Statt haben? Ja, ſollte es nicht ein *allgemeines* Geſetz *aller feſten Körper* ſeyn? — Wir haben aber dieſes Geſetz vor der Hand blos aus Erfahrungen an reinen Metallen gefolgert, und ſo mag es auch nur für dieſe vorjetzt von Gültigkeit ſeyn. Ich darf indeſs hoffen, bald etwas beſtimmtes auch über die Cohäſion der Metallmiſchungen und der unmetalliſchen Körper ſagen zu können.

a) Einiges über den Zuſammenhang der Cohäſion der Metalle mit dem Magnetiſmus.

Unter den zeither in Rückſicht ihrer Cohäſion genauer beſtimmten Metallen (Eiſen, Kupfer, Platina, Silber, Gold, Zink, Spiesglanz, Wis-

muth, Zinn und Bley,) beſitzt das *Eiſen* die gröſste von allen. Aber merkwürdig: Eben dieſes Metall iſt auch unter ihnen allen das einzige, was ſo tief in die Sphäre des Magnetiſmus eingreift, daſs wir überhaupt von ihm ſagen können, es ſey magnetiſch. Es wird vom Magnet gezogen, und kann ſelbſt zum Magnet werden. Eine ſo ſchöne Uebereinſtimmung iſt wohl einer weitern Verfolgung werth.

Auch der *Nickel* iſt magnetiſch. Vortreffliche Beobachtungen über ihn in dieſer Hinſicht findet man vorzüglich bey *Bergmann*. Er fand nicht nur, was erſt neuerdings *Klaproth* *) wieder beſtätigt hat, daſs auch der möglichſt rein darſtellbare Nickelkönig vom Magnet gezogen werde **), ſondern, daſs er ſogar, und zwar noch dazu, was von der ſehr groſsen Magnetibilität dieſes Metalls zeugt, ohne Beyhülfe eines andern Magnets, ſelbſt zum Magnet werden könne ***). Wirklich aber ſind

*) *Beyträge zur chemiſchen Kenntniſs der Mineralkörper. B. II.* (Poſen u. Berlin. 1797. 8.) S. 142. 146. *R.*

**) *T. Bergmann Opuſcula phyſica et chemica. Vol. II.* (*Upſal.* 1780. 8.) *De Niccolo, §. 4. p.* 240.

***) *l. c. §. 5. p.* 242. *Regulus — — — magneti pertinaciter adhaerebat, ſed etiam cuilibet ferro, immo fruſtula ſe invicem attrahebant, etc.* Vergl. *Vol. III.* (*Upſal.* 1783.) *De Analyſi Ferri §. 9. p.* 102. Quod

ſind bey dem Nickel die beiden Factoren, deren Product bey den Metallen der Cohäſion parallel

„*Quod ferrum magnetis imperio ſit ſubjectum, ab antiquiſſimis temporibus innotuit. Num autem inter metalla ſolum praeſtet obſequium, dubitari poſſet. Niccolum hactenus tali obedientia non potuit penitus ſpoliari; immo maxime depuratum* (das ſpec. Gew. des reinſten, welchen *Bergmann* erhielt, war 9,605. ſ. Vol. IV. p. 383.) *magneticam exercet virtutem, adeo ut reguli dimidium alterum attrahat.*„ Ferner Vol. IV. Edit. *Hebenſtreit.* (Lipſiae. 1787.) *de Cobalto, Niccolo, Platina et Magneſio,* etc. §. 6. p. 382. und *Swen. Rinmann's Verſuch einer Geſchichte des Eiſens,* a. d. Schwed. überſ. v. *Georgi.* B. II. (Leipz. 1785. 8.) S. 21. 22. — Die zuletzt angegebene Stelle *Bergmann's* kann zugleich zeigen, welches Mistrauen er ſelbſt in ſeine ſonſt überall geäuſserte Behauptung eines noch vorhandenen Eiſengehalts dieſer und anderer anziehbarer Metalle, ob er ihn gleich durch nichts, als durch eben dieſe noch fortdauernde Anziehung vom Magnet zu erweiſen im Stande war, ſetzte; ein Mistrauen, was auch *Rinmann* (*a. a. O.* S. 27.) äuſsert, ohngeachtet er ſonſt überall, ganz wie *Bergmann*, aus der Anziehung durch den Magnet beſtändig auf Gegenwart von Eiſen ſchlieſst. — Daſs *Leblanc's* von *Darcet* erhaltener eiſenfreyer Nickelkönig (ſ. *Annal. de Chim.* T. *XXXI. p.* 275.) nicht vom Magnet gezogen wurde, darf nicht befremden, wenn man (*p.* 275. etc.) findet, daſs derſelbe noch eine beträchtliche Menge Arſenik enthielt, von dem es bekannt genug iſt, daſs er auch bey den

geht, von der Art, daſs ſie allerdings ein ſehr groſses Product, und mit ihm eine ſehr groſse Cohäſion geben. Der reinſte Nickel erfordert einen faſt eben ſo hohen Grad der Hitze zum Schmelzen, als das Schmiedeeiſen*), und andere durch ihre häufige Fruchtbarkeit in andern Fällen ſehr beſtätigte Analogieen verſprechen ihm eine beträchtliche, der des Eiſens ſich nähernde, Capacität für Wärme. Kaum aber bedarf auch das, was hieraus folgt, erſt durch genauere Verſuche beſtätigt zu werden, da ſeine bekannte ſehr groſse Härte und Zähigkeit einen nicht minder hohen Grad von Cohäſion ſeiner Theile anzeigen.

Der *Kobalt* endlich gehorcht, wie wir ſeit längerer Zeit wiſſen, und *Kohl*, *Abich*, und kürzlich noch *Taſſaert* **) beſtätigt haben, ebenfalls,

übrigen anziehbaren Metallen dieſe Eigenſchaft ſtöre, ja ſie gänzlich aufhebe. Das Wie dieſer Aufhebung wird im Verſolg dieſer Abhandlung deutlicher werden, ſo wie ſich auch ergeben wird, daſs, wenn ſelbſt *Leblanc's* angebliche Zerlegung des Nickelmetalls ſich beſtätigen ſollte, unſere Unterſuchungen dadurch nicht den mindeſten Eintrag erleiden. *R.*

*) „*Quo purius, eo funditur difficilius niccolum, adeo ut puriſſimus, quem obtinuimus, regulus eumdem ferme caloris gradum requirat, ac ferrum cuſum.*“ *Bergmann. l. c. Vol. II. De Niccolo. §. 14. p.* 269. Vergl. §. 4. *p.* 240. *R.*

**) *Annales de Chimie T. XXVIII. p.* 99. *Scherer's allg. Journ. d. Chem. B. III.* S. 563. *R.*

und im reinſten Zuſtande, dem Magnet, und die Magnetnadeln, welche *Wenzel**) aus dem reinſten Kobalt verfertigte, zeugen von ſeiner Fähigkeit, ſelbſt attractoriſch zu werden. Aber auch dieſes Metall braucht, wenn es ganz rein iſt, eine Hitze zum Schmelzen, die eben ſo groſs, wenn nicht noch gröſser iſt; als die, bey der das Roheiſen flieſst. Nur ſeine Capacität für Wärme ſcheint, denſelben Analogieen zu Folge, nach denen wir dem Nickel eine ziemlich groſse gaben, geringer als dieſe ſeyn. Das Product aus beiden Factoren wird daher auch kleiner ausfallen, als bey dem Nickel und dem Eiſen. Eben das ſtimmt aber mit der wirklichen Erfahrung, wieder auf das genaueſte überein, nach welcher wir wiſſen, daſs ſeine Härte und Zähigkeit der jener Metalle zwar nachſtehet, aber immer noch beträchtlich genug **) ſcheint,

*) *J. Mayer's Samml. phyſ. Aufſätze. B. III.* (Dresden 1793. 8.) S. 388. *Gren's ſyſt. Handb. d. geſ. Chemie*, Th. III. (Halle 1795. 8.) S. 517. *R.*

**) Ein ſchönes Beyſpiel hiervon findet man u. a. bey *Rinmann a. a. O.* S. 29. 30. Er konnte ein ſehr vollkommenes, äuſserſt ſtrengflüſſiges Kobaltkorn, was der Magnet zog, kalt zu dünnen Blechen ausſchlagen, und nur zwiſchen Schraubenſtöcken zerbrechen. S. 30. meint er zwar, dieſer König habe Eiſen enthalten, aus S. 35. folgt indeſs, daſs er dies blos aus der Anziehung deſſelben vom Magnet geſchloſſen habe. *R.*

um ſich in der Nähe von ihnen zu erhalten, und nicht in die Sphäre der unmagnetiſchen Metalle herabzuſinken*).

Aus dieſem Wenigen ſchon leuchtet ein groſses Verkehr zwiſchen Cohäſion und Magnetiſmus hervor! Nur wenige Metalle machen Anſpruch auf ihn, und dieſe wenigen ſind gerade die von der ſtärkeren Cohäſion, gleichſam als hätten ſie genug davon, um mit einem Ueberfluſs ſpielen zu dürfen. — Wir haben indeſs im Vorigen noch nicht alle Metalle erwähnt, die uns wirklich bekannt ſind, und gerade unter dieſen noch nicht genannten giebt es mehrere, bey denen die wahrſcheinlichen Bedingungen einer ſehr groſsen Cohäſion in ziemlich hohem Grade Statt finden. Sollte daher nicht dieſe ſelbſt, und mit ihr auch ihr Coexiſtentes, die Eigenſchaft vom Magnet gezogen und ſelbſt magnetiſch werden zu können, bey ihnen anzutreffen ſeyn? — und wirklich, die Erfahrung übertrifft unſere Erwartung.

Ich führe zuerſt das *Magneſium* an. Dieſes Metall übertrifft an Schwerflüſſigkeit das Eiſen

*) Es würde daher ganz mit der Theorie übereinſtimmen, wenn in Zukunft vergleichende Erfahrungen lehrten, daſs dem Kobalt die Eigenſchaft, vom Magnet afficirt zu werden, unter den drey genannten Metallen, ihm nemlich, dem Eiſen und dem Nickel, im geringſten Grade zukomme. *R.*

noch weit, ſo daſs Bergmann *) es beynahe für Platina zu halten verleitet worden wäre. Seine übrigen phyſiſchen und chemiſchen Eigenſchaften ſichern ihm eine groſse Wärmecapacität, und beiden entſpricht ſeine groſse Härte**), und die Ductilität, die es bey gehöriger Reinheit allerdings beſitzt, vortrefflich. Aber überall findet man auch Beweiſe ſeiner groſsen Fähigkeit vom Magnet gezogen zu werden ***), ſo daſs man dieſe Eigen-

*) *l. c. Vol. III. De Attract. elect.* *§. 69. p.* 465. R.

**) „*Sub malleo frangitur ferro durius.*„ *Bergmann l. c. Vol. II. De mineris ferri albis §. 7. p.* 203 Ueber ſeine Ductilität vergleiche *Vol. IV. De Cob., Nicc., Plat., et Magneſio, etc. §. 6. p.* 385. R.

***) Schon 1756 erhielt *Rinmann* aus dem Braunſtein einen König, der nach dem Ausglühen vom Magnet gezogen wurde (a. a. O. S. 3.). Faſt alle, die nach ihm ſich mit der Reduction dieſes Körpers beſchäfftiget haben, beſtätigen die magnetiſche Anziehbarkeit des erhaltenen Königs. So ſagt *Bergmann* (*l. c. Vol. II. De mineris ferri albis §. 7. p.* 203.): „*Fruſtula, etiam minora, magnetem reſpuunt, ſed pulvis rariſſime ejusdem recuſat imperium, quamvis etiam omni ſtudio evitata fuerit immixtio.*„ Die erſte Eigenſchaft bemerkte auch *Hielm* (*Crell's chem. Annalen* 1787. B. I. S. 163.). Braunſteinkönig wurde nicht vom Magnet gezogen, als er noch ein Ganzes ausmachte, wohl aber ſehr feine Körner deſſelben. Die ähnliche Erſcheinung bemerkte *Mönch* beym Kobaltkönig. Ganz äuſserte er nichts gegen

ſchaft bereits in chemiſche Handbücher *) aufzunehmen angefangen hat. Zwar hat man auch hier, eben ſo wie bey Kobalt und Nickel, dieſe Anziehung immer noch durch einen vorhandenen Antheil Eiſen zu erklären geſucht. Meiſt hatte man indeſs dafür keinen andern Beweis, als eben dieſe Anziehung ſelbſt **). *Rin-*

den Magnet, wohl aber, nachdem er ihn in Papier oder Leder eingewickelt auf dem Ambos zerkleinert hatte (*Creil's neueſte Entdeckungen B. XII.* S. 158.). Vielleicht, daſs, wenn nicht noch andere Urſachen, z. B. noch vorhandener Arſenikgehalt, es abſolut unmöglich machten, *Abich's* unanziehbarer Kobaltkönig (ſ. *Scherer's allg. Journ. d. Chemie B. III.* S. 562. 563.) ebenfalls hierher gehört. So ſah auch *Tihavsky* (ſ. *Jacquin's Collectan. ad Botan. Chem. et hiſt. nat. ſpect. Vol. IV.* Vindob. 1790. 4. und *Gren's Journ. d. Phyſ. B. V.* Leipz. 1792. S. 28. 30. 31. 32. 40.) die bey der vorgeblichen Reduction der Erden erhaltenen, aus Phosphoreiſen beſtehenden Könige, und das Siderum ſelbſt, ganz, nicht, wohl aber, nachdem ſie durch meſſingene Inſtrumente in Pulver verwandelt worden, vom Magnet gezogen werden. R.

*) Z. B. *Göttling's Handb. d. theor. u. prakt. Chemie*, Th. I. (Jena 1798. 8.) §. 472. S. 321. R.

**) Vergl. u. a. *Bergmann l. c. Vol. IV. p.* 385. Indem er nemlich von den dem Nickel, Kobalt und Magneſium gemeinſchaftlichen Eigenſchaften ſpricht, ſagt er: „*intelligitur etiam, eadem a ferro vix ſeparari poſſe, (ſiquidem verum eſt, magnetem ferri ſolius indicium haberi).*" R.

mann *) ſublimirte über Braunſtein von Klapperrud 4 mal nach einander gleichviel ſalzigſaures Ammoniak; beym letzten Male wurde es kaum noch gefärbt, der Rückſtand aber gab bey der Reduction eine Menge kleine blanke platte Körner, „die zwar ein gut Theil Magneſium enthielten, aber doch vom Magnet gezogen wurden, und ſo war die Hoffnung zu eiſenfreyem Magneſium dahin.„ Auch die andern Bearbeiter dieſes Metalls haben ſehr ſelten einen König bekommen, den der Magnet nicht gezogen hätte, ſo daſs ihn *Bergmann* in dieſer Hinſicht überall mit Nickel und Kobalt in Eine Klaſſe ſtellt **). Wer ſollte nach ſo vielen Anzeigen, und nach der genauen Uebereinſtimmung der Erfahrung mit dem, was aus dem Zuſammenhang der Cohäſion mit dem Magnetiſmus ſo wahrſcheinlich wird, nicht auf die Vermuthung kommen, daſs die Eigenſchaft, vom Magnet gezogen zu werden, auch dem Magneſium, und *als* Magneſium, zukomme. Können die weniger (doch vielleicht nur in nicht ſo hohem Grade, und nur bey den feinſten Verſuchen ſichtlich) anziehbaren Könige ***), die man unter ſo vielen bisher erhielt, dieſes nicht aus denſelben Urſachen ſeyn, die dieſe Anziehung auch bey andern Metal-

*) *a. a.* O. S. 17. R.

**) Vergl. *l. c. Vol. III. p.* 102. *Vol. IV. p.* 382. 385. R.

***) Z. B. *Hielm* in *v. Crell's chem. Annalen.* 1792. *B. I.* S. 280. R.

len, die ausgemacht des Magnetiſmus als ſolche fähig ſind, wie beym Eiſen, Nickel und Kobalt, ſchwächen oder ganz aufheben? —

Ein anderes Metall, was unſerer Analogie zu Folge Anſprüche auf den Magnetiſmus zu machen hat, iſt das *Uranium*. Dieſes Metall erfordert einen auſserordentlich hohen Grad der Hitze, um zu ſchmelzen, der den, bey dem das Magneſium flieſst, noch übertrifft *). Eine mittlere Wärmecapacität wird alſo ſchon im Stande ſeyn, mit dieſem hohen Schmelzgrad ein groſses Product zu geben, um damit dem beträchtlichen Grad von Cohärenz und Härte zu entſprechen, den *Klaproth* **) und *Richter* ***) an dem Uraniumkönig wahrgenommen haben. Von dem Verhalten deſſelben gegen den Magnet erwähnt erſterer zwar nichts, letzterer hingegen hat wirklich gefunden, daſs derſelbe, auch im eiſenfreyen Zuſtande, vom Magnet gezogen wurde. Er reinigte Uranium durch Niederſchlagung der ſalpeterſauren Auflöſung deſſelben vermittelſt weinſteinſauren Kali's, verbrannte das niedergefallene weinſteinſaure Uranium, und reducirte es, nicht wie ehedem durch Zuſatz von Blut, ſondern, um die bey jener als möglich angegebene Entſtehung von phosphor-

*) Vergl. *Klaproth a. a. O. B. II.* S. 212. R.

**) *a. a.* O. S. 221. R.

***) *Ueber die neuern Gegenſtände der Chymie*, St. IX. (Breſsl. u. Hirſchb. 1798. 8.) S. 40. R.

ſaurem Eiſen zu vermeiden, mit bloſsem Kohlengeſtiebe, etwas Fluſsſpath, gebrannter Kreide und Alkali, und erhielt auf dieſe Art die möglichſt vollkommenſten gegen 2 Quentchen wiegenden Könige. „*Von einem groſsen Magnete wurde der Uraniumkönig, deſſen Oberfläche recht glatt war, nicht nur an der Oberfläche, ſondern auch an dem Bruche angezogen; derjenige hingegen, der keine ſo glatte Fläche zeigte, folgte dem Magnet weit träger, ohngeachtet beide eiſenfrey waren* *)." — Eine ſolche Zuſammenſtimmung der Theorie mit der Erfahrung kann wohl ſchwerlich ein bloſses Werk des Zufalls ſeyn. Sie iſt zu ſchön, als daſs ſie nicht die Chemiker ermuntern ſollte, bey fernern Unterſuchungen auf ſie Rückſicht zu nehmen, und ſo zu entſcheiden, ob durch das Uranium die Zahl der magnetiſchen Metalle wirklich um eins vermehrt werde.

Noch kommt uns ein drittes Metall, was alſo in der Reihe der magnetiſchen, im Fall die beiden vorigen ihren Rang wirklich behaupten ſollten, das ſechſte ſeyn würde, auf halbem Wege entgegen, nemlich das *Chromium*. So viel wir auch ſchon durch die beiden Entdecker deſſelben, *Klaproth* und *Vauquelin*, durch *Gmelin* und den *Graf von Muſſin-Puſchkin* von ſeinen Oxyden wiſſen, ſo wenig wiſſen wir doch noch vom Metall ſelbſt. Wir kennen erſt Eine Reduction deſ-

*) *a. a.* O. S. 41. R.

ſelben von Vauquelin *), und ſelbſt gegen dieſe hat der letztgenannte Graf **) beträchtliche Zweifel aufgeworfen. Wir mögen indeſs den wahren Chromiumkönig wirklich kennen, oder nicht, ſo iſt doch aus dem, was wir über ſeine Oxyde wiſſen, gewiſs genug, daſs er einen äuſserſt hohen Grad des Feuers erfordern müſſe, um in Fluſs zu kommen. *Vauquelin* nennt das Product ſeines Reductionsverſuches ſchlechthin „*infuſibel*„ ***), und war dies auch noch immer nicht der reine König ſelbſt, ſo iſt eben die daraus erhellende Schwierigkeit, ſeine Oxyde zu reduciren, ein ſehr treffender Beweis von einer an „*Infuſibilité*„ grenzenden Strengflüſſigkeit des Metalls ſelbſt, da wir bey der ſämmtlichen Reihe der übrigen Metalle überall ſchwere Reductionsfähigkeit der Oxyde von verhältniſsmäſsiger Strengflüſſigkeit des Metalls ſelbſt begleitet ſehen. Eine höchſtens mittlere Wärmecapacität, die ihm, gerechtfertigten Analogicen zu Folge ſehr wahrſcheinlich zukommt, wird daher mit jenen ſchon ein hohes Product geben. Zwar entſpricht dieſem die groſse Fragilität ****), die Vauquelin dem Product ſeiner Reduc-

*) *Annales de Chimie* T. XXV. p. 199—201. Vergl. *v. Crell's chem. Annalen* 1798. B. I. S. 282—284. R.

**) *Scherer's allg. Journ. d. Chem.* B. II. S. 206. 207.; beſonders aber ſ. *v. Crell's chem. Ann.* 1799. B. II. S. 4. 5. Vergl. *daſ.* 1798. B. II. S. 446. R.

***) *Annal. de Chim.* T. XXV. p. 201. 203. R.

****) *Annal. etc.* p. 201. 203. R.

tion eigen fand, nicht ganz; was aber eben vielleicht ein Grund mehr iſt, mit *Muſſin-Puſchkin* die Vollkommenheit dieſer Reduction ſo lange für ungewiſs zu halten, bis mehrere künftige Verſuche beſtimmter darüber entſchieden haben *).

*) Vielleicht war dieſes Product in Hinſicht de reinen Chromiums, nur in mehr oder minderem Grade, eben das, was das für ſich im ſtrengen Feuer behandelte, und dadurch ſowohl in Hinſicht ſeines ſpec. Gewichts (= 9, 55), als ſeines Sauerſtoffgehalts, dem reinen Metallzuſtande näher, jedoch nur näher, gebrachte Wolfram-Oxyd der Gebrüder *de Luyart* in Rückſicht des reinen Wolfram-Metalls war. (S. *deren chem. Zerglied. d. Wolframs* u. ſ. w. A. d. Engl. von *Gren*. Halle 1786. 8. S. 98. 99. Vergl. *Gren's ſyſt. Handb. d. geſammt. Chemie*, Th. III. §. 3526. S. 733.) Sollte es wohl bey einem Metall, was ſich ſo gern mit Sauerſtoff verbindet, wie das Chromium, und von dem man bereits ſo viele feſte Zuſtände ſeines Oxyds kennt, ſo unmöglich ſeyn, daſs es ſelbſt einen Zuſtand des Oxyds gebe, in dem es bereits die Eigenſchaften eines Metalls zeigte? — Die Kohle zeigt ſo manche Eigenſchaften eines reducirten Körpers, faſt möchte ich ſagen, eines Metalls (vergl. *meine Beyträge zur nähern Kenntniſs des Galvanismus*, Jena 1800. 8. S. 245.), und doch iſt ſie nur das Oxyd eines Körpers, (des *Diamants*) von dem es phyſikaliſche Analogieen höchſt wahrſcheinlich machen, daſs ſelbſt er noch da *Oxyd* eines Körpers höherer Reduction (eine Metalls?) ſey. Und in welchem Zuſtande endlich befindet ſich das in der That ſchon in man-

Auch giebt jener Chemiker nichts von dem Verhalten dieſes Products zum Magnetiſmus an. Auf dieſem Wege können wir alſo vorjetzt zur Beſtätigung unſerer Vermuthung nicht gelangen.

Deſto fruchtbarer hingegen iſt die Zuſammenſtellung der über die Oxyde dieſes Metalls und die erdigten Verbindungen derſelben angeſtellten Beobachtungen. Die *Oxyde des Chromiums* kommen in mehrern Edelſteinen vor, und unter andern namentlich im *Smaragd* *) und *Rubinen-Spinell* **), in beiden fand *Vauquelin* mit den Erden nichts als dieſe metalliſche Subſtanz verbunden. *Bergmann*, *Achard* und *Klaproth*, die den Smaragd und Rubin ebenfalls unterſucht haben, hielten den Metallgehalt beider blos für *Eiſenoxyd*, von dieſem aber ſagt *Vauquelin* in Bezug auf den *Smaragd*

chen Fällen ſich mit dem Chromium ſo ähnlich verhaltende Magneſium im kryſtalliſirten Braunſtein, deſſen Inneres bey der Electricität, dem Galvanismus, und in andern Hinſichten, ſo ganz die Rolle eines Metalls ſpielt, und deſſen Aeuſseres verführeriſch genug geweſen iſt, um mehrere ſchon verleitet zu haben, ihn für einen natürlichen Magneſium-König zu halten. *R.*

*) *Vauquelin* in *Annal. d. Chim.* T. XXVI. p. 264. *Scherer's allg. Journ. d. Chem.* B. I. S. 366. u. v. *Crell's chem. Annal.* 1798. B. II. S. 410. *R.*

**) *Derſelbe* in *Annal. d. Chim.* T. XXVII. p. 15. *Scherer's a. Journ. d. Chem.* B. II. S. 37. u. v. *Crell's chem. Annal.* 1799. B. I. S. 94. *R.*

„*qu'il n'exiſte point*„ *), und in Hinſicht des *Rubin - Spinells*, „*qu'il n'exiſte pas un atome de fer dans la pierre dont il eſt queſtion*„ **). Von beiden Steinen aber ***), wie von allen übrigen Varietäten derſelben, hat *Brugmans* durch die genaueſten Verſuche gefunden, daſs ſie, gleich eiſenhaltigen Steinen, ſämmtlich dem Magnet folgen. Wir ſetzen auf einen Augenblick voraus, daſs die von *Brugmans* angewandten Steine alle blos Chromium-Oxyd enthielten, um ihr magnetiſches Verhalten mit ihrer chemiſchen Qualität näher vergleichen zu können. — Alle bisherigen Analyſen des Smaragds, wie des Rubins und Spinells, ſtimmen darin überein, daſs der Metallgehalt der letztern gröſser ſey, als der des erſtern. Doch hat *Brugmans* gefunden, daſs die letzteren (und unter dieſen der letzte) durchaus ſchwächer vom Magnet gezogen werden, als der erſtere. Dies ſcheint ein Widerſpruch; er löst ſich indeſs ſehr bald, wenn man ſich erinnert, daſs in den *grünen*

*) *Annal. d. Chim. T. XXVI. p.* 265. R.

**) *Annal. d. Chim. T. XXVII. p.* 5. R.

***) *A. Brugmanns Magnetiſmus, ſeu de affinitatibus magneticis obſervationes academicae,* Lugd. Bat. 1778. 4. §. 33. u. *deſſen Beobachtungen über die Verwandtſchaften des Magnets,* a. d. Lat. v. *Eſchenbach,* Leipz. 1781. 8. S. 127. 128. desgl. *deſſen philoſophiſche Verſuche über die magnetiſche Materie,* a. d. Lat. v. *Eſchenbach,* Leipz. 1784. 8. Anhang S. 294. 295. R.

Steinen nach Vauquelin das Chromium ſich in dem minder oxygenirten Zuſtand des bloſsen *Oxyds*, in den *rothen* aber im ſtärker oxygenirten, in dem der *Säure*, beſindet. Denn wem iſt es unbekannt, daſs beym Eiſen die Anziehbarkeit vom Magnet um ſo geringer wird, in je ſtärkerem Grade es oxydirt wird, und daſs ſie zunimmt, wie der Grad der Oxygenation deſſelben abnimmt? Ferner fand jener Phyſiker, daſs innerhalb einerley Farbe die Anziehung um ſo ſtärker war, je höher die Farbe ſtieg. Der orientaliſche Smaragd wurde ſtärker gezogen, als der occidentaliſche; erſterer aber iſt dunkler als letzterer, und *Bergmann* und *Achard*, die den erſten zerlegten, geben ſeinen Metallgehalt gröſser an, als *Klaproth* und *Vauquelin* vom letztern. Selbſt erſterer wird um ſo ſtärker gezogen, je dunkler ſeine Farbe iſt; ein ſtarkgefärbter polirter Smaragd bekam ſogar Pole. Unter den rothen Steinen wird der hellere Spinell ſchwächer gezogen, als die übrigen Rubine, und dieſe wieder mehr oder minder nach dem Grad ihrer Färbung; aber der Spinell hält ebenfalls wieder weniger metalliſchen Stoff, als dunkler gefärbte Rubine, und unter letztern die dunkelſten den meiſten. Die Chromiumhaltigen Steine befolgen alſo in ihrem Verhalten zum Magnet ganz die Geſetze der eiſenhaltigen. Heben wir auch alſo unſere vorhin gemachte Vorausſetzung gänzlich wieder auf, ſo wird aus dem Aufgeſtellten als Reſultat dennoch ſoviel hervorgehen, daſs wir aus Gründen, die wenigſtens eben ſo ſtark ſind,

wie manche der zeither für dieſe oder jene Vermuthung mit Glück vorgebrachten, es der fernern Unterſuchung allerdings empfehlen können, auf die durch die vorige Zuſammenſtellung dem Chromium und ſeinen Oxyden als ſolchen wahrſcheinlich gewordene Magneteität die genaueſte Rückſicht zu nehmen.

Vielleicht entſchuldigt uns die Autorität eines *Vauquelin*, wenn wir auf einen Augenblick die Vermuthung wagen, ob wohl alle bisherigen Täuſchungen über die wahre Natur des Metallgehalts der oftgenannten Steine, vorzüglich mit auf der auch dem Chromium und ſeinen Oxyden urſprünglich zukommenden Eigenſchaft, vom Magnet gezogen zu werden, beruhen können; ob alſo ſelbſt bey den neueſten Analyſen jener Steine vorzüglich die Anziehbarkeit des geglühten Metalloxyds durch den Magnet verleitet habe, es für Eiſen zu halten? — Hr. *Klaproth* *) führt wenigſtens keine Gegenbeobachtung an, vielmehr erzählt Hr. *Achard* wirklich, daſs die aus dem Smaragd durch Behandlung deſſelben mit Schwe-

*) *a. a.* O. B. II. S. 5. 13. — Er ſchlug die von der Behandlung des Spinells, wie des Smaragds, mit ſalzigter Säure erhaltene Auflöſung durch Ammoniak nieder, und ſagt nur von dem braunen ausgeglühten Niederſchlage, daſs er aus Eiſenkalk beſtehe, ohne indeſs die Art, auf welche er ſich als ſolcher erwies, näher anzugeben. R.

fel-, Salpeter-oder ſalzigter Säure, Abdampfung der Auflöſung, Ausglühen des erhaltenen Rückſtandes und Auslaugung des wenigen dabey befindlichen kalkerdigten Salzes erhaltene rückſtändige braune *) ſowohl, als die auf ähnliche Weiſe aus dem Rubin erhaltene braunrothe **) Erde nach der Vermiſchung und Röſtung oder gelinden Glühung mit Oehl oder Talg, gänzlich vom Magnet gezogen wurde; nur werden die Folgerungen hieraus durch die von eben demſelben Chemiker ***) wie von Bergmann ****) gemachte Bemerkung, daſs dieſe Erde aus ihrer erſten Auflöſung, oder auch nach dem Ausglühen von neuem in Säure aufgelöst, durch blauſaures Kali zu wirklichem Berlinerblau niedergeſchlagen werde, einigermaſsen beſchränkt, — wofern uns nicht etwan auch hierüber die Zukunft unerwartete Aufſchlüſſe geben ſollte.

Daſs das Eiſen nicht die einzige metalliſche, der Sphäre des Magnetiſmus zugehörige Subſtanz ſey, deren Oxyden durch Glühen anziehbar für den Magnet werden, hat kürzlich noch *Klaproth* *****) in

*) *Achard's Beſtimmung der Beſtandtheile einiger Edelſteine.* Berlin 1779. 8. S. 43. 44. R.

**) *Derſelbe a. a.* O. S. 13. R.

***) *a. a. O.* S. 13. 14. 43—45. R.

****) *l. c. Vol. II. De terra gemmarum* §. 4. p. 90. R.

*****) *a. a.* O. B. II. S. 143. R.

in Hinſicht des blauſauren Nickels gezeigt, und wahrſcheinlich wird man dies auch für die übrigen magnetiſchen Metalle, wenigſtens für die meiſten derſelben, noch beſtätigt finden. So lange daher keine Beobachtungen vorhanden ſind, die in Hinſicht des *Chromiums* *) das ausdrückliche Gegentheil darthun, ſo lange wird es auch erlaubt ſeyn, durch Analogieen die Chemiker darauf aufmerkſam zu machen, um ſo durch Beobachtungen hierüber, wie über das Verhalten des Chromiums im reinen metalliſchen Zuſtande zum Magnetiſmus, recht bald zu erfahren, ob dieſem Körper in der That der Rang zugehöre, auf den er allem Vorigen zu Folge ſo gerechte Anſprüche zu haben ſcheint.

*) Wirklich erzählt *Brugmans* ein Beyſpiel, was, wenn ſein Smaragd in der That blos Chromiumoxyd enthielt, demſelben dieſe Eigenſchaft völlig zuſichert. Er fand, daſs die Blättchen, in welche der Smaragd bey einem heftigen Feuer zerſpringt, eine ſehr ſtarke Vermehrung der magnetiſchen Kraft zu erkennen gaben; eine Modification, die der ganz ähnlich iſt, welche eiſenhaltige Steine unter gleichen Umſtänden erleiden. S. *deſſen Beobachtungen* u. ſ. w. S. 127. u. f. *R.*

(Die Fortſetzung folgt.)

II.

BEMERKUNGEN

über

den Widerſtand flüſſiger Körper,

und

Beſchreibung von Verſuchen, die zum Behuf einer richtigen Theorie hierüber angeſtellt wurden,

von

Samuel Vince F. R. S.*)

In unſern Theorieen nimmt man an, daſs, wenn ein feſter Körper ſich durch einen flüſſigen bewegt, jedes Waſſertheilchen, ungeſtört von allen übrigen Theilchen, auf denſelben wirke. Ein jedes ſtöſst auf den Körper, der ſich durch die Flüſſigkeit bewegt, und lediglich auf dieſen Stoſs wird in der Theorie geſehn, gleich als würde es unmittelbar nach dem Stoſse vernichtet; indem nur dann das folgende Theilchen ſeine Kraft ungehindert und ununterbrochen äuſsern kann. Es fehlt ſehr viel daran, daſs dieſe Annahme in der Wirklichkeit ſtatt finde; kein Wunder daher, wenn Theorie und Erfahrung hierbey ſehr ſchlecht zuſammenſtimmen. Wollen wir hierüber zu etwas Genügendem kommen, ſo müſſen wir zu Verſuchen ſchreiten, um eine Grundlage zu einer beſſern Theorie zu erhalten.

*) Fortſetzung des Auſſatzes, Annal. d. Ph. II. 401.

Zum Behuf ſolcher Verſuche ließs ich folgende Maſchine bauen, mittelſt deren ſich ſowohl die abſolute Gröſse des Widerſtands, den ein flüſſiger Körper einem feſten leiſtet, in jedem Fall ſehr genau finden, als auch das Geſetz, wonach der Widerſtand ſich bey verſchiednen Graden der Geſchwindigkeit verändert, beſtimmen läſst*).

Beſchreibung des Apparats.

Die beiden feſt zuſammengefügten Bohlen *AB*, *CD* (Taf. I. Fig. 1.) machen den Fuſs der Maſchine aus, und werden mittelſt der Schrauben *A*, *B*, *C*, *D*, auf einen Tiſch oder eine andre Ebne feſt geſchroben. In der Mitte derſelben ruht auf einer coniſch vertieften Pfanne der untere coniſche Zapfen einer dünnen, gut polirten und ſenkrecht ſtehenden eiſernen Achſe *m n*, deren oberes Ende durch einen genau anſchlieſsenden polirten eiſernen Ring geht, der in den Rahmen *EGF* eingelegt iſt; in dieſen beiden Pfannen kann die Achſe *m n* ſich frey und ungeſtört drehen. Auf der Achſe ſitzen unter rechtem Winkel vier breite und gleich lange Arme *a*, *b*, *c*, *d*, an denen mit-

*) Sie ſtimmt im Weſentlichen mit der überein, deren ſich ſchon *Robins* und nach ihm *Hutton* zu ihren Verſuchen über den Widerſtand bedienten, den die Luft feſten Körpern, die ſich in ihr bewegen, leiſtet. *Hutton's* Verſuche ſelbſt findet man in *Grens* Journ. der Phyſik B. V. S. 289. beſchrieben. *d. H.*

telſt Dräthe die Ebnen *e*, *f*, *g*, *h* angeſteckt ſind. Dieſe Ebnen können aus Pappe oder Zinn beſtehn, der Drath iſt an dem Ende, wo er mit ihnen verbunden iſt, breit geſchlagen, und das andre Ende deſſelben geht durch zwey Oehre aus Drath, in denen er ſo feſt ſitzt, daſs die Ebnen in jeder Lage, in die man ſie ſtellt, unverrückt bleiben, ohne daſs man fürchten dürfte, dieſe Lage unwillkührlich geändert zu ſehn. Die beiden feinen Seidenfäden *u* und *w* ſind um die Achſe nach entgegengeſetzten Richtungen gewunden, dann über Rollen *z* und *a* geſchlagen, und mit den Waagſchalen *R*, *T*, verſehn, in welche gleiche Gewichte gelegt werden, um dadurch die Achſe mit ihren Flügeln in Bewegung zu ſetzen. Wie man auch dieſe Gewichte vermehrt, ſo nimmt dadurch weder die Friction in der untern Pfanne, noch im obern Ringe zu. Zwar wird bey vermehrten Gewichten die Friction in den Rollen gröſser, doch wird auch dieſe Zunahme unmerklich, wenn man den Rollen einen beträchtlichen Halbmeſſer giebt, und ſie mittelſt coniſcher Zapfen in coniſchen Pfannen ſpielen läſst. Giebt man ſo z. B. den Zapfen an ihren Enden den hunderten Theil der Rollen zum Durchmeſſer, und berechnet die Friction auf ein Fünftel des Gewichts, ſo beträgt die Friction zwiſchen Zapfen und Pfanne der Rollen nur $\frac{1}{500}$ des ganzen Gewichts; und ſelbſt dieſe ſo geringe Gröſse lieſse ſich mittelſt Frictionsräder noch um das Hundertfache vermindern. Doch wird man die Genauigkeit bey ſolchen Verſuchen nie ſo weit

treiben können, daſs dieſes nöthig wäre. Eben ſo lieſse ſich die Friction im obern Ringe mittelſt zweyer Frictionsräder vermindern, die man in der Richtung des Zugs der beiden Fäden anbrächte. — Sind die Arme ſehr lang, ſo kann man ihnen noch einen gröſsern Halt verſchaffen, indem man auf das Querholz *K* ein ſenkrechtes Stück ſetzt, und darüber Dräthe ſpannt, welche die entgegengeſetzten Enden der Flügel anziehn.

Will man mittelſt dieſer Maſchine Verſuche über den *Widerſtand des Waſſers* anſtellen, ſo muſs die eiſerne Achſe *mn* über das Deckſtück *K* hinausreichen, und die ganze Maſchine bis über die Flügel in ein weites Behältniſs mit Waſſer geſetzt werden. Die beiden Seidenfäden werden dann über *K* um das Stück der Achſe gewunden, welches über das Waſſer hervorragt, ſo daſs ſie trocken bleiben, und die Schaalen auſserhalb des Behälters hängen.

Ehe ich weiter gehe, muſs ich hier etwas aus der Theorie anführen. Wenn eine Ebne, durch ein Gewicht getrieben, ſich in einem widerſtehenden Mittel um eine Achſe dreht; ſo nenne ich den Punct, der, falls in ihm die ganze Maſſe der Ebne vereinigt wäre, denſelben Widerſtand leiden würde, den die ganze Ebne leidet, den *Mittelpunkt des Widerſtands*. Es ſey die Entfernung dieſes Mittelpuncts des Widerſtands von der

Achſe der Drehung $= a$, und der Inhalt der Ebne, die gedreht wird, $= A$, mithin das Differential derſelben in irgend einer unbeſtimmten Entfernung x von der Achſe der Drehung $= dA$. Nun nimmt man gewöhnlich an, daſs der Widerſtand, den eine Ebne leidet, dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional ſey, mit der ſie ſich bewegt; (eine Vorausſetzung, die zu Folge der Verſuche unter gewiſſen Einſchränkungen allerdings gültig iſt), und dieſe Geſchwindigkeit ſteht wiederum mit der Entfernung der Ebne vom Mittelpunct der Drehung x in directem Verhältniſs. Bey gleichen Geſchwindigkeiten verhält ſich dagegen der Widerſtand wie die Gröſse der Ebne. Folglich iſt der Widerſtand, den das Element der Ebne leidet, dem Producte $x^2 . dA$ proportional, alſo das Moment dieſes Widerſtands (der Theorie des Hebels gemäſs) der Gröſse $x^3 . dA$; und mithin muſs das Moment dieſes Widerſtands auf die ganze Ebne A durch das Integrale dieſer Gröſse oder $\int x^3 . dA$ gemeſſen werden. Grade aus denſelben Gründen iſt dieſes Moment (dem Begriff des Mittelpuncts des Widerſtands entſprechend,) der Gröſse $a^3 . A$ proportional. Folglich muſs $\int x^3 . dA = a^3 . A$; und alſo $a = \sqrt[3]{\frac{\int x^3 . dA}{A}}$ ſeyn.

Iſt die Ebne ein Rechteck, und ſteht die Seite deſſelben, die der Achſe der Drehung am nächſten liegt, m, die von ihr am weitſten liegt, n Theile von ihr ab; ſo iſt die Entfernung des Mittelpuncts

des Widerſtands von der Axe der Drehung, $a = \sqrt[3]{\frac{n^4 - m^4}{4n - 4m}} = \sqrt[3]{\frac{(n^2 + m^2)(n + m)}{4}}$ *).

Will man nun die Gröſse des Widerſtands finden, den die Flügel bey ſenkrechtem Stoſse gegen das Waſſer leiden; ſo ſtelle man ſie zuerſt horizontal, und lege in beiden Schaalen gleiche Gewichte, ſo daſs die Arme in eine gleichförmige Bewegung kommen. Da dann die Flügel ſich in ihrer Ebne bewegen, ſo leiden ſie gar keinen Widerſtand, und die beiden Gewichte zuſammengenommen geben die Gröſse der Friction und des Widerſtands, den die Arme bey dieſer Geſchwindigkeit im Umfange der Achſe $m\,n$ leiden. Stellt man darauf die Flügel mittelſt eines Bleyloths ſenkrecht, und vermehrt die Gewichte in beiden Schaa-

*) Es ſey nemlich die Höhe des Rechtecks h, ſo iſt der Inhalt deſſelben $A = h\,(n - m)$ und $d\,A = h.\,dx$. Mithin wird $\frac{\int x^3\,dA}{A} = \frac{h.\int x^3.\,dx}{h\,(n - m)} = \frac{x^4}{4(n - m)} + Const.$ Nun verſchwindet dieſes Rechteck für $x = m$ geſetzt, und zugleich mit ihr aller Widerſtand. Alſo muſs $o = \frac{m^4}{4(n - m)} + Const.$ oder $Const = \frac{-m^4}{4(n - m)}$ ſeyn; und da man den Widerſtand des ganzen Rechtecks für $x = n$ geſetzt findet, iſt $a = \sqrt[3]{\left(\frac{n^4}{4(n - m)} - \frac{m^4}{4(n - m)}\right)}$ dem Texte gemäſs, in welchem ich mir den Vortrag etwas abzuändern erlaubt habe. *d. H.*

len gleichmäſsig, bis die Arme wieder dieſelbe gleichförmige Geſchwindigkeit erlangen; ſo iſt, wenn das Gewicht auf dieſe Art um W vermehrt iſt, und r den Halbmeſſer der Achſe $m\,n$ bedeutet, W dem Widerſtande gleich, den in der Entfernung r von der Achſe der Drehung, die Ebnen der Flügel allein, bey jener Geſchwindigkeit leiden. Denn die Friction nimmt, wie wir geſehn haben, bey vermehrten Gewichten nicht zu, und auch der Widerſtand gegen die Arme iſt derſelbe als vorhin. Nun aber wirkt der Widerſtand nicht im Umfange der Achſe, ſondern im Mittelpunct des Widerſtands, der um a von der Achſe der Drehung abliegt, und iſt in dem Verhältniſs kleiner als W, um welches a gröſser als r iſt. Mithin beträgt der abſolute Widerſtand, den die 4 Ebnen der Flügel leiden, $\frac{r}{a}.W$. Brauchen ſie zu einer Umdrehung t Secunden; ſo iſt die Geſchwindigkeit des Mittelpuncts des Widerſtands $\frac{2\pi a}{t}$; und dieſes nehme ich für die Geſchwindigkeit der Flügel.

Grade auf dieſelbe Art findet man den Widerſtand der Flüſſigkeit, wenn die Ebnen der Flügel unter beſtimmten Winkeln gegen den Horizont geneigt werden. Damit jedoch in dieſem Fall die Reibung der Axe nicht durch den Theil des Widerſtands, der auf die Flügel in der Richtung der Schwere wirkt, verändert werde, muſs man ſie ſo ſtellen, daſs das Waſſer auf die Flügel

des einen Arms gegen die Fläche, die nach oben, auf die Flügel des andern Arms gegen die Fläche, die nach unten gerichtet iſt, ſtoſse. Denn dann hebt ſich bey dem ſchiefen Stoſse der Theil des Widerſtands auf, der mit der Achſe parallel wirkt, und ohnedem die Reibung vermehren oder vermindern würde, und blos der Theil in der Horizontalebne bleibt wirkſam. Läſst man ein Bleyloth längs der obern Schärfe des Flügels herabfallen, ſo läſst ſich der Flügel mittelſt eines kleinen Quadranten leicht unter jeden beliebigen Winkel gegen den Horizont ſtellen. — Bringt man die untere Pfanne *m* der Achſe in einen Hebelarm, und ſetzt den Hebel mittelſt Gewichte in beiden Fällen (wenn die Flügel horizontal, und wenn ſie geneigt ſtehn) ins Gleichgewicht; ſo giebt der Unterſchied beider Gewichte den der Achſe parallel wirkenden Theil des Widerſtands; ſo daſs ſich alſo mittelſt dieſes Apparats auch leicht der Widerſtand längs der Achſe der Drehung finden läſst.

Will man endlich mittelſt dieſer Maſchine Verſuche über den Widerſtand anſtellen, den *feſte Körper* von gegebner Geſtalt bey ihrer Bewegung durch eine Flüſſigkeit leiden; ſo bringe man zwey ſolche einander völlig gleiche Körper an die entgegengeſetzten Enden zweyer Arme die in grader Linie liegen an; denn, wenn man nur einen ſolchen Körper an einem Arme befeſtigt, ſo wird die Reibung der Achſe im obern Ringe durch die Centrifugalkraft deſſelben vermehrt; indeſs bey zweyen dieſe Wir-

kung ſich aufhebt. Ueberdem muſs man zwey dünne Bleyſtücke mit zugeſchärften Seiten haben, die grade ſo viel als die Körper wiegen. Zuerſt ſteckt man dieſe an den Arm, und ſetzt die Maſchine durch eingelegte Gewichte in eine Bewegung von beſtimmter Geſchwindigkeit. Dann ſteckt man ſtatt ihrer die Körper an, und vermehrt das Gewicht um *W*, bis ſie dieſelbe Geſchwindigkeit erlangen; ſo iſt, wie vorhin, der Widerſtand gegen einen der beiden Körper allein, gleich $\frac{r}{2d}$. *W*.

Verſuche.

Bey der groſsen Anzahl von Verſuchen, die ich mittelſt dieſer Maſchine über den *Widerſtand*, *den Waſſer* und *Luſt* der Bewegung leiſten, angeſtellt habe, hätte ich alle Urſach mit ihrer Genauigkeit ſehr zufrieden zu ſeyn. Hier will ich fürs erſte nur meine Verſuche über den *Widerſtand nicht-elaſtiſcher Flüſſigkeiten* mittheilen, von denen ich, wie ich mir ſchmeichle, mehrere zum erſtenmal angeſtellt habe.

Sie zerfallen in *zwey Hauptklaſſen*, je nachdem das Waſſer ruht, und der Körper ſich darin bewegt, oder der Körper in Ruhe iſt, und das Weſſer gegen den ruhenden Körper ſtrömt. Hier die Reſultate der erſtern, und ihre Vergleichung mit der Theorie.

I. Der Halbmeſſer der Achſe *mn* betrug in der Maſchine, deren ich mich bediente, 0,2117 (= *r*) engliſche Zoll; die Oberfläche der vier Flügel zuſammengenommen 3,73 (= *A*) Quadratzoll; der Abſtand der Mittelpuncte des Widerſtands in dieſen Flügeln von der Achſe der Drehung, der obigen Formel gemäſs berechnet, 7,57 (= *a*) Zoll, und die Geſchwindigkeit dieſer Mittelpuncte 0,66 Fuſs in einer Secunde.

Erſter Verſuch. Die *erſte* Colonne der folgenden Tafel enthält den Neigungswinkel der Flügel gegen den Horizont, und mithin auch den Winkel, unter welchem das Waſſer gegen die Ebnen der Flügel ſtieſs; die *zweyte* Colonne zeigt den dazu gehörigen Widerſtand, ſofern er in der Ebne der Drehung wirkt, nach Unzen Troy-Gewicht, wie ihn die Verſuche gaben; die *dritte* Colonne giebt dieſen Widerſtand, wie er der Theorie nach ſeyn müſste, vorausgeſetzt daſs Erfahrung und Theorie für den ſenkrechten Widerſtand gleiche Reſultate geben; in der *vierten* Colonne findet man endlich die Exponenten derjenigen Potenzen der Sinus der Neigungswinkel dieſer Flügel, denen der Widerſtand, ſo fern er in der Ebne der Drehung wirkt, proportional iſt; oder falls der Neigungswinkel φ, der dazu gehörige Widerſtand w beträgt, und $(\sin\varphi)^m$ den Gröſsen w proportional iſt, die Exponenten m.

Neigungs-winkel der Flügel	*Widerſtand in Unzen* nach Verſuchen	nach d. Theorie	*Exponenten* m
10°	0,0112	0,0012	1,73
20°	0,0364	0,0093	1,73
30°	0,0769	0,0290	1,54
40°	0,1174	0,0616	1,54
50°	0,1552	0.1043	1,51
60°	0,1902	0,1476	1,38
70°	0,2125	0,1[illegible]26	1,42
80°	0,2237	0,2217	2,41
90°	0,2321	0,2321	

Da für $\phi = 90°$, mithin für ſin $\phi^m = 1$, der Widerſtand $w = 0{,}2321$ beträgt, ſo verhält ſich, der Vorausſetzung gemäſs, welche der vierten Colonne zum Grunde liegt, $1 : \sin \phi^m = 0{,}2321 : w$, oder es iſt ſin $\phi^m = \frac{w}{0{,}2321}$; folglich $m = \frac{\log w - \log 0{,}2321}{\log \sin \phi}$, und nach dieſer Formel ſind die Zahlen der vierten Colonne berechnet *). Nach der Theorie ſoll ſich der Widerſtand wie die dritte Potenz des Sinus verändern. Man ſieht aber hieraus, daſs er vom rechten Winkel an nach einem kleinern Verhältniſſe abnimmt, und dabey iſt er keiner Potenz des Sinus, noch irgend einer andern Function des Si-

*) Z. B. für $\phi = 10°$ iſt nach den Verſuchen $w = 0{,}0112$, alſo log $w = 8{,}0492180 - 10$. log $0{,}2321 = 9{,}3656751 - 10$. und log. ſin $\phi = 9{,}2396702 - 10$.; mithin $m = \frac{8{,}6835429 - 10}{9{,}2396702 - 10} = \frac{-1{,}3164571}{-0{,}7\text{[illegible]}3298} = 1{,}73$. *d. H.*

nus oder Coſinus des Neigungswinkels proportional, ſo viel ich deren verſucht habe. Daſs der wirkliche Widerſtand immer gröſser iſt, als ihn die Theorie angiebt, (vorausgeſetzt, daſs beide für den ſenkrechten Widerſtand dieſelben ſind,) rührt zum Theil wohl daher, daſs wir bey der Theorie den Theil des Widerſtands ganz vernachläſſigen, der mit der bewegten Ebne parallel wirkt, obſchon die folgenden Verſuche zeigen, daſs auch dieſer Theil des Widerſtands allerdings noch in etwas auf die Flügel wirkt; auch trägt vielleicht der Widerſtand, den die ausweichende Flüſſigkeit in der umgebenden Flüſſigkeit leidet, und auf den man in der Theorie gar nicht ſieht, dazu bey, einen gröſsern Widerſtand, als nach der Theorie, zu erzeugen, wiewohl die Wirkung dieſes Umſtands, die bey allen Neigungswinkeln gleichmäſsig Statt hat, ſich nicht wohl beurtheilen läſst.

In der Theorie nimmt man an, der ſenkrechte Widerſtand gegen die Flügel ſey dem Gewichte einer Waſſerſäule gleich, deren Grundfläche ſo groſs iſt, als die Oberfläche der Flügel, d. h. 3,73 Quadratzoll, und deren Höhe der Fallhöhe eines ſchweren Körpers gleich iſt, zu welcher als Geſchwindigkeit die Geſchwindigkeit der Flügel von 0,66 Fuſs gehört. Dieſe Fallhöhe beträgt 0,08124 Zoll, mithin das Gewicht einer ſolchen Waſſerſäule 0,1598 Unzen Troy-Gewicht. Die Verſuche geben einen ſenkrechten Widerſtand von 0,2321 Unzen. Folglich iſt der wirkliche Wider-

ſtand, den die Flügel leiden, $\frac{0,2321}{0,4578}$, oder ungefähr $\frac{1}{2}$ von dem, den die Theorie giebt.

Es iſt ſehr überraſchend, daſs in der groſsen Reihe von Verſuchen, welche *D'Alembert*, *Condorcet* und *Boſſut* über den Widerſtand des Waſſers gegen Körper, die ſich darin bewegen, angeſtellt haben, die abſolute Gröſse des Widerſtands mit der, wie ſie die Theorie giebt, ſehr nahe zuſammenſtimmte. Sie lieſsen ſchwimmende Körper mittelſt einer Kraft, die parallel mit der Oberfläche des Waſſers wirkte, durch das Waſſer fortziehn, und ihre Genauigkeit iſt keinem Zweifel unterworfen. Auch die hier erzählten Verſuche ſind ſo oft und mit ſo vieler Sorgfalt wiederholt worden, und ihre Reſultate ſtimmen alle ſo nahe zuſammen, daſs ſie den wahren Widerſtand gewiſs bis auf einen hohen Grad von Zuverläſſigkeit angeben. Da hier die Ebnen, die ſich bewegten, bis auf eine gewiſſe Tiefe in das Waſſer geſenkt waren, in jenen Verſuchen hingegen die Körper an der Oberfläche ſchwammen; ſo ſehe ich keinen andern Weg ab, dieſe Verſchiedenheit zu erklären, als daraus, daſs das Waſſer an der Oberfläche leichter als in der Tiefe längs der Enden der Ebnen ausweichen konnte; wiewohl ich gern geſtehe, daſs dieſer Grund mir ſelbſt nicht genügt. Den Widerſtand gegen Körper, die in das Waſſer herunterſinken, iſt offenbar ein Fall, der unter meine Verſuche fällt.

Zweyter Verſuch. Statt der ebnen Flügel brachte ich nun *zwey Halbkugeln* an die Arme

der Maſchine ſo an, daſs ſie ſich mit ihrer ebenen Seite voran drehten. Ihr Durchmeſſer betrug 1,1 Zoll, der Abſtand ihres Mittelpuncts des Widerſtands von der Axe der Drehung 6,22 Zoll, und die Geſchwindigkeit dieſes Mittelpuncts 0,542 Fuſs. Unter dieſen Umſtänden ſollte der Widerſtand der Theorie gemäſs 0,05496 Unzen betragen; die Verſuche gaben ihn von 0,08339 Unzen. Folglich war der wirkliche Widerſtand $\frac{0,08339}{0,05495}$, alſo wie vorhin nahe $\frac{3}{2}$ von dem, den die Theorie gab.

Als dagegen die Halbkugeln ſo geſtellt wurden, daſs ſie ſich, mit ihrer krummen Fläche voran, mit derſelben Geſchwindigkeit drehten, betrug der Widerſtand nur 0,034 Unzen. Mithin verhält ſich der Widerſtand gegen die krumme Fläche einer Halbkugel, zu dem gegen ihre ebne Grundfläche, wie 0,034 : 0,08339.

Dritter Verſuch. Darauf wurden *zwey Cylinder* von derſelben Grundfläche, und von demſelben Gewicht als die beiden Halbkugeln, an die Arme geſteckt, und in dieſelbe Geſchwindigkeit gebracht. Dabey litten ſie einen Widerſtand von 0,07998 Unzen. Es verhält ſich alſo der Widerſtand gegen die ebne Grundfläche einer Halbkugel, zu dem gegen die eben ſo groſse Grundfläche eines gleich ſchweren Cylinders, wie 0,08339 : 0,07998; ein Unterſchied, der lediglich daraus erklärbar iſt, daſs die Wirkung des Waſſers auf die hintere Seite der Halbkugel geringer als auf

die hintre Seite des Cylinders iſt, weshalb der Widerſtand der Halbkugel gröſser bleibt, als der des Cylinders.

Der ſo gefundne Widerſtand des Cylinders ſtimmt ſehr gut mit den Reſultaten der vorigen Verſuche überein. Unter übrigens gleichen Umſtänden iſt der Widerſtand ſehr nahe dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional, und das läſst ſich für alle practiſche Unterſuchungen annehmen, wie ich aus einer Menge von Verſuchen mit meiner Maſchine finde. Folglich verhält ſich bey verſchiednen Ebnen der Widerſtand wie das Product aus der Fläche in das Quadrat der Geſchwindigkeit. Nun hielten die vier ebnen Flügel 3,73 Quadratzoll, und bey einer Geſchwindigkeit von 0,66 Fuſs betrug ihr Widerſtand 0,2321 Unzen; dagegen war die Grundfläche der beiden Cylinder 1,9 Quadratzoll, und ihre Geſchwindigkeit 0,542 Fuſs. Es müſste ſich alſo verhalten, der Widerſtand gegen die Flügel, zum Widerſtande gegen die beiden Cylinder wie $3{,}73 \cdot 0{,}66^2 : 1{,}9 \cdot 0{,}542^2$ d. i. wie 0,2321 : 0,07973. Den Verſuchen nach verhielten ſie ſich aber wie 0,2321 Unzen : 0,07998 Unzen; Verhältniſſe, die nur ſehr wenig von einander abweichen.

Vierter Verſuch. Wollen wir hieraus den Widerſtand gegen die ganze *Kugel* berechnen, ſo dient dazu die Ueberlegung, daſs, da der Widerſtand,

ſtand, falls die hintere Seite rund iſt, ſich zu dem Widerſtande, falls die hintere Seite eben iſt, wie 0,08339 : 0,07998 verhält, der Widerſtand gegen die ganze Kugel und gegen die Halbkugel, deren runde Seite ſich voran bewegt, in demſelben Verhältniſſe ſtehn muſs. Der Widerſtand gegen dieſe letztere betrug 0,034 Unzen; folglich verhält ſich 0,07998 : 0,08339 = 0,034 : Widerſtand gegen die ganze Kugel; und dieſer beträgt daher 0,0354 Unzen.

Mithin verhält ſich der Widerſtand gegen eine Kugel, zum Widerſtand gegen einen Cylinder von demſelben Durchmeſſer, der ſich mit derſelben Geſchwindigkeit durch das Waſſer bewegt, wie 0,0354 : 0,07998, oder wie 1 : 2,23.

Nach der Theorie ſoll ſich der Widerſtand der Kugel zu dem eines ſolchen Cylinders wie 1 : 2 oder wie 1,115 : 2,23 verhalten. Folglich iſt (ſtimmen Theorie und Verſuche für den Widerſtand gegen den Cylinder zuſammen) der Widerſtand gegen die Kugel nach der Theorie zu groſs im Verhältniſs von 1,115 : 1. Nun aber haben wir vorhin geſehn, daſs der abſolute Widerſtand, nach der Theorie im Verhältniſs von 0,1598 : 0,2321 gegen den Widerſtand, wie ihn die Erfahrung giebt, zu groſs iſt. Daher muſs der Widerſtand nach der Theorie, zum Widerſtand nach der Erfahrung ſich verhalten wie 1,115 . 0,1598 :

0,2321, oder wie 0,1782 : 0,2321, oder beynahe wie 3 : 4.

* * *

II. Bis hierher haben wir den Widerſtand des Waſſers gegen feſte Körp[illegible], die ſich darin bewegen, unterſucht. Ich komme nun zur Betrachtung des *Widerſtands, den flüſſige Körper gegen feſte ausüben, wenn jene ſich bewegen und dieſe ruhen.*

Fünfter Verſuch. Ich füllte ein 5 Fuſs hohes Gefäſs mit Waſſer, welches, wenn man einen Hahn öffnete, in horizontaler Richtung hinausſtrömte. Die krummlinige Bahn des Strahls wurde an einer ſenkrecht ſtehenden Ebne abgezeichnet, und es fand ſich, als man dieſe Zeichnung unterſuchte, daſs ſie eine ſehr genaue Parabel bildete, deren längſte Abſciſſe 13,85 Zoll, und die dazu gehörige Ordinate 50 Zoll betrug. Mithin war der Parameter dieſer Parabel 180,5 Zoll; und daher die Geſchwindigkeit, mit der der Strahl hinaus drang, 189, 6 Fuſs *). Da nun der Hahn

*) Iſt die Geſchwindigkeit eines in horizontaler Richtung bewegten Körpers c, und die Fallhöhe während der erſten Secunde g; ſo durchläuft der Körper während t Secunden in horizontaler Richtung den Raum von ct, und in ſenkrechter Richtung von gt^2 Fuſs. Iſt alſo der Parameter der Parabel, die er durchfällt, P; ſo gehört zur Abſciſſe gt^2 die Ordinate ct, und es iſt $c^2 t^2 = P . gt^2$, mithin $c = \sqrt{Pg}$. *d. H.*

45,1 Zoll unter der Oberfläche des Waſſers lag; ſo findet hierbey der merkwürdige Umſtand ſtatt, daſs jene Geſchwindigkeit genau der gleich iſt, welche ein Körper durch freyen Fall im luftleeren Raum durch dieſe Höhe erlangt haben würde. Wäre das Waſſer durch eine bloſse Oeffnung ausgeſtrömt, ſo würde es nur mit einer Geſchwindigkeit, die zu der *halben* Höhe des Waſſerſtands, als Fallhöhe, gehörte, hervorgedrungen ſeyn. Mithin vermehrt die Röhre des Hahns die Geſchwindigkeit des Waſſerſtrahls im Verhältniſs von $1 : \sqrt{2}$, und giebt demſelben die gröſste mögliche Geſchwindigkeit. Dieſe Röhre war 3 Zoll lang, ihr Querſchnitt hielt 0,045 Quadratzoll, und der Boden des Gefäſses war ein Quadrat über eine Seite von 12 Zoll beſchrieben.

Die Gröſse des Querſchnitts der Röhre läſst ſich folgendermaſsen ſehr genau beſtimmen. Während das Gefäſs beſtändig bis auf einerlei Höhe voll erhalten wird, fange man das Waſſer auf, das in t'' ausſtrömt. Dieſes wiege man, und beſtimme daraus die Menge deſſelben in Cubikzoll; ſie ſey m. Iſt nun v die Geſchwindigkeit, mit der das Waſſer ausſtrömt, und a die Gröſse des Querſchnitts der Röhre; ſo ſtrömt in 1 Sekunde av, mithin in t Sekunden avt Waſſer aus, und es iſt

$m = avt$, mithin $a = \frac{m}{vt}$. Im jetzigen Falle war

$t = 10$ Sekunden, $m = 170,63$ Kubikzoll, und $v = 189,6$, mithin $a = 0,045$ Quadratzoll.

Zwiſchen zwey Bohlen *rs*, *tu*, (Taf. I. Fig. 2.), welche ſenkrecht auf dem Fuſsgeſtelle *ABCD* ſtehn, ſey ein ebner und breiter Hebel *eac* an der Achſe *xy* genau im Gleichgewichte aufgehangen. Der Mittelpunct dieſes Hebels ſey *a* und in Perpendikel auf die Achſe durch dieſen Punct habe man in gleichen Entfernungen von demſelben die Puncte *c* und *e* genommen. Man drehe den Hebel in die ſenkrechte Lage, wie ihn die Figur darſtellt, und ſetze das vorige Waſſergefäſs ſo, daſs der Strahl, der aus der Röhre hervordringt, in der Entfernung 1 Zolls von derſelben, genau ſenkrecht gegen die Ebne des Hebels in einem Puncte ſtoſse, der grade hinter *e* auf der hintern Seite des Hebels liegt. Im Puncte *c* iſt ein Seidenfaden befeſtigt, der an ſeinem andern Ende die Schaale *Q* von bekanntem Gewichte trägt, und die Rolle *p*, über die er geſchlagen iſt, wird ſo angebracht, daſs der Faden genau ſenkrecht auf der Ebne des Hebels ſtehe.

Nachdem alles auf dieſe Art vorgerichtet iſt, öffne man den Hahn und lege in die Schaale Gewichte, bis der Hebel, gegen welchen der Waſſerſtrahl in *e* ſtöſst, ſenkrecht erhalten wird. Das hineingelegte Gewicht, ſammt dem Gewicht der Schaale, iſt dem Druck des Waſſerſtrahls gegen den Hebel gleich, und auf dieſe Art läſst ſich der ſenkrechte Widerſtand leicht beſtimmen. Darauf neige man den Hebel unter beſtimmten Winkeln gegen die Richtung des Waſſerſtrahls,

richte die Rolle *p* ſo vor, daſs der Seidenfaden in dieſer Lage ſenkrecht auf dem Hebelarme bleibe, und lege nun in die Schaale ſo viel Gewichte, bis der Hebel, gegen den der Waſſerſtrahl ſtöſst, in ſenkrechter Lage erhalten wird; ſo erhält man den Theil der Wirkung des Strahls, der bey jenem ſchiefen Stoſse ſenkrecht auf den Hebel wirkt; und auf dieſe Art läſst ſich beym ſchiefen Widerſtande der Theil finden, der ſenkrecht gegen den Hebelarm gerichtet iſt.

Sechſter Verſuch. Die folgende Tafel zeigt dieſen Widerſtand nach Unzen, Pennys und Grains *), wie ihn für alle Neigungswinkel von 10 zu 10 Graden ſorgfältige Verſuche beſtimmt haben, und wie er der Theorie zu Folge ſeyn müſste, wenn er dem Sinus des Neigungswinkels proportional wäre, und für den ſenkrechten Widerſtand Verſuche und Theorie übereinſtimmen.

Neigungs-Winkel	*Widerſtand nach Verſuchen*			*nach der Theorie*		
	Unz.	*Pe.*	*Gr.*	*Unz.*	*Pe.*	*Gr.*
90°	1	17	12	1	17	12
80°	1	17	—	1	16	22
70°	1	15	12	1	15	6
60°	1	12	12	1	12	11
50°	1	8	10	1	8	17
40°	1	4	10	1	4	2
30°	—	18	18	—	18	18
20°	—	12	12	—	12	19
10°	—	6	4	—	6	12

*) Die Unze hat 20 Pennys und der Penny 24 Grains. *d. H.*

Hieraus erhellet, daſs der Widerſtand in dieſem Falle in der That, wie es die Theorie lehrt, dem Sinus des Winkels proportional iſt, unter welchem der Waſſerſtrahl gegen die Ebne ſtöſst; denn hier ſind die Unterſchiede zwiſchen Theorie und Erfahrung ſo gering, daſs ſie ſich ſehr wohl aus den kleinen unvermeidlichen Fehlern in den Verſuchen erklären laſſen.

Im Fall der Waſſerſtrahl ſenkrecht gegen die Ebne ſtöſst, müſste, der Theorie gemäſs, der ganze Widerſtand in dieſem Fall dem Gewicht einer Waſſerſäule gleich ſeyn, deren Grundfläche 0,045 Quadratzoll, und deren Höhe 45,1 Zoll, deren Gewicht mithin 1 Unze, 1 Penny und 10 Grains beträgt. Mithin verhält ſich der ſenkrechte Widerſtand nach der Theorie, zu dem, wie ihn die Erfahrung giebt, wie 1 Unz. 1 P. 10 Grs : 1 Unz. 17 P. 12 Grs, d. i. wie 514 : 900.

Will man dieſen Widerſtand mit dem Widerſtande, wenn die Ebne ſich durch ruhendes Waſſer bewegt, vergleichen, ſo muſs man ſich des obigen Reſultats erinnern, nach welchem in dieſem letztern Fall der Widerſtand nach der Theorie, zu dem, wie ihn die Erfahrung giebt, ſich wie 1598 : 2321 verhält. Folglich verhält ſich zu Folge der Verſuche der ſenkrechte Widerſtand des Waſſers, wenn es ſich bewegt, auf eine ruhende Fläche, zum Widerſtand des ruhenden Waſſers auf dieſelbe Fläche, wenn ſie mit derſelben Ge-

ſchwindigkeit bewegt wird, wie 900 . 1598 : 514 . 2321, d. i. wie 1438200 : 1192954, oder ungefähr wie 6 : 5 *).

Nun aber iſt höchſtwahrſcheinlich der wirkliche Widerſtand gegen die vordere Seite der Ebne in beiden Fällen derſelbe; denn grade ſo, wie die Waſſerſäule, welche über den ausflieſsenden Strahl ſteht, auf die Theilchen dieſes Strahls wirkt, die gegen die ruhende Ebne ſtoſsen, grade ſo wirkt das Waſſer vor den ſich bewegenden Flügeln auf die Waſſertheilchen, auf welche die Flügel ſtoſsen. Ich ſehe daher keinen andern Grund dieſer Verſchiedenheit ab, als die Wirkung des Waſſers auf die hintere Seite der Fläche, welche nur im zweyten, nicht im erſten Fall ſtatt findet. Und iſt das der Fall, ſo vermindert folglich dieſe Wirkung, bey der Geſchwindigkeit des obigen Verſuchs, den Widerſtand gegen die vordere Fläche um etwa $\frac{1}{5}$ deſſelben. Bey andern Geſchwindigkeiten muſs

*) Iſt für den Fall des ruhenden Waſſers der Widerſtand gegen die ſenkrecht dagegen bewegte Ebne nach der Theorie t, nach den Verſuchen e, im Fall des bewegten Waſſers hingegen der Widerſtand gegen die ruhende ſenkrechte Ebne nach der Theorie t', nach den Verſuchen e'; ſo verhält ſich $t : e = 1598 : 2321$
und $e' : t' = 900 : 514$
und es iſt, bey gleicher Ebne und gleicher Geſchwindigkeit der Bewegung, $t = t'$, mithin $e' : e = 900 . 1598 : 514 . 2321$.

d. H.

dieſe Verminderung anders ausfallen, und zwar mit der Geſchwindigkeit zunehmen oder abnehmen.

Siebenter Verſuch. Da, zufolge des fünften Verſuchs, das Waſſer aus der Röhre des Gefäſses mit einer Geſchwindigkeit ausſtrömte, welche der Höhe des Waſſerſtandes im Gefäſse als Fallhöhe entſprach; die Geſchwindigkeiten folglich den Quadraten dieſer Höhen proportional ſeyn müſſen, (da $v^2 = 4\,g\,s$ iſt); ſo lieſsen ſich mittelſt dieſer Vorrichtung bequem Verſuche über die Zunahme des ſenkrechten Widerſtands mit der Geſchwindigkeit des Ausfluſſes anſtellen, und ausmachen, ob der ſenkrechte Widerſtand wirklich dem Quadrate der Geſchwindigkeit proportional iſt. Dies fand ſich in der That; denn er war immer der Höhe des Waſſerſtandes proportional.

Achter Verſuch. So war alſo der Theil des Widerſtands, welcher ſenkrecht gegen eine ruhende Ebne wirkt, beſtimmt. Ich ſchritt daher nunmehr zu Verſuchen über den Theil der mit der Ebne parallelen Kraft, welcher hierbey wirkſam wird. Zu dem Ende veränderte ich die Lage des Hebels ſo, daſs die Achſe, wie in Figur 3, ſenkrecht auf die breitere Ebne, im Mittelpunkte derſelben ſtand, und brachte den Seidenfaden mit der Schaale an einer der ſchmälern Seiten an, welche ſich jetzt vorandrehten. Das andre blieb wie vorhin, bis auf die Richtung, unter welcher der Strahl auf die Ebne ſtieſs. Iſt nemlich *e s*

ſenkrecht auf dem vertikal ſtehenden Hebel, und läuft zmx in derſelben ſenkrechten Entfernung, als es vom Mittelpuncte des Hebels, mit dieſer Linie parallel; ſo lieſs ich den Mittelpunkt des horizontal ausflieſsenden Strahls unter beſtimmten Winkeln gegen die Linie zmx ſtoſsen, ſo daſs der ſpitze Winkel nach x zu lag. Die Gewichte in der Schaale, welche den Hebel in ſenkrechter Lage erhielten, gaben denn den Theil des Widerſtands, der parallel mit der widerſtehenden Ebne wirkte.

Bey dieſen Verſuchen wurde ich anfangs dadurch ſehr überraſcht, daſs ich bey Wiederholung derſelben jedesmal ganz andre Reſultate erhielt, bis ich wahrnahm, daſs ſie ganz anders ausfallen, je nachdem man den Mittelpunct des Strahls auf einen andern Punct der Linie xz aufſtoſsen läſst; wiewohl für ſie alle das Moment der Kraft daſſelbe iſt. Der Widerſtand iſt am gröſsten, wenn man den Mittelpunct des Strahls ſo nahe als möglich bey x auftreffen läſst, und nimmt ab, je näher der Strahl nach dem andern Ende z zu aufſtöſst. Stieſs er ſo nahe als möglich bey z unter Winkeln von 80°, 70° und 60° auf, ſo gab er dem Hebel nicht einen Trieb nach der Richtung xz, ſondern nach der entgegengeſetzten zx, wie es ſich zeigte, als ich die Schaale abnahm, und dieſes bezeichne ich in den folgenden Reſultaten mit dem Minuszeichen. Auf dieſe Art fand ſich der Widerſtand, der parallel mit der Ebne des He-

bels wirkt, wenn der ſenkrechte Widerſtand 1 Unze, 17 Pennys und 12 Grains beträgt, wie folgt.

Neigungswinkel des Strahls gegen die Linie *x z*	Widerſtand parallel mit der widerſtehenden Ebne, als der Mittelpunkt des Strahls aufſtieſs					
	unweit der hintern Schärfe *z*		in der Mitte *m*		unweit der vordern Schärfe *x*	
	Pen.	Gr.	Pen.	Gr.	Pen.	Gr.
80°	—		3	3	10	17
70°	—		6	2	11	10
60°	—		7	9	11	22
50°	0	17	8	20	13	21
40°	1	16	8	6	13	15
30°	3	20	7	2	12	15
20°	4	16	6	0	11	12
10°	5	12				

Es iſt merkwürdig, daſs die Wirkung des Strahls, wenn er unweit *z* aufſtöſst, regelmäſsig zunimmt, indem die Neigungswinkel abnehmen, (denn, habe ich gleich die negativen Wirkungen nicht gemeſſen, ſo konnte ich doch ſehr deutlich wahrnehmen, daſs dieſes auch bey ihnen der Fall war;) indeſs die Wirkung des Strahls, wenn er in der Mitte *m* oder unweit *x* aufſtöſst, anfangs, bis zum Neigungswinkel von ungefähr 45°, wächſt, und dann wieder abnimmt. Bey dem Neigungswinkel von 10° bedeckte der Strahl faſt die ganze Länge der Linie *x z* von einem Ende zum andern.

III.

Bericht

über das Erdbeben,

welches

den 18ten Nov. 1795 in verſchiedenen Theilen Englands geſpürt wurde,

von

Edw. Whitak. Gray, Med. D. F. R. S. *).

Das Erdbeben ereignete ſich Freytags den 18ten Novemb. 1795, ungefähr um 11 Uhr Abends, und wurde nördlich bis *Leeds*, ſüdlich bis *Briſtol*,

*) *Philoſ. Transact. of the R. S. of London for* 1796. *Part* 2. *p.* 353—381. Der Verfaſſer hatte von der Societät den Auftrag erhalten, aus den an ſie eingelaufnen Briefen, und nach eignen Erkundigungen, ihr eine möglichſt vollſtändige Nachricht über dieſes Erdbeben vorzulegen, welches die mehrſten nicht an der See liegenden Grafſchaften betroffen hatte, und deſſen Wirkungen zwar von keiner ausgezeichneten Art ſind, hier aber Veranlaſſung zu nicht unintereſſanten Verhandlungen über die Theorie dieſer ſchwierigen Naturerſcheinung geben, die jetzt grade, wo man in mehrern Gegenden Deutſchlands ein ähnliches Erdbeben bemerkt hat, den Leſer beſonders intereſſiren werden. Zugleich mag dieſer Aufſatz für den, der zur Geſchichte dieſes neuſten Erdbebens ſammlen wollte, zum Muſter dienen. *d. H.*

öſtlich bis *Norwich* und gegen Weſten bis *Liverpool* geſpürt; eine Ausdehnung, welche von Norden nach Süden ohngefähr 36 und von Oſten nach Weſten 38 geogr. Meilen beträgt. Ein Viereck, welches man ſich zwiſchen den vier genannten Städten denkt, umfaſst, ſo genau das bey einer ſolchen Figur möglich iſt, alle Oerter, von denen ich Grund habe zu glauben, daſs ſie das Erdbeben fühlten *). In der Richtung von Nordoſt nach Südweſt ging der Erdſtoſs beynahe queer durch die ganze Inſel.

*) Aus Sommerſetſhire, Wildſhire, Oxfordſhire, Buckinghamſhire, Northamptonſhire, Huntingtonſhire, Norfolk, Lincolnſhire, Leiceſterſhire, Warwickſhire, Glouceſterſhire, Herefordſhire, Worceſterſhire, Staffordſhire, Cheſhire, Derbyſhire, Nottinghamſhire, Yorkſhire und Lancaſhire, ſind Nachrichten vorhanden, daſs man das Erdbeben dort wirklich ſpürte. Zu dieſen kann man, glaube ich, noch füglich hinzu ſetzen: Rutlandſhire, Berkſhire, Bedfordſhire, Cambridgſhire und Shropſhire. Ich habe zwar keine Nachricht von Erdbeben aus dieſen Provinzen erhalten; aber wer nur die Lage dieſer Diſtricte unterſucht und ſie mit den oben erwähnten vergleicht, wird leicht finden, daſs ſie ſchwerlich unerſchüttert bleiben konnten. Ich weiſs zwar, daſs man oft Erdbeben an zwey verſchiednen Orten geſpürt hat, und nicht an den dazwiſchen liegenden; aber ich ſehe keinen hinlänglichen Grund, dies bey vorliegendem Falle anzunehmen. *Gray.*

Unter den detaillirten Berichten, die ich über das Erdbeben erhielt, glaube ich folgende der Mittheilung werth, die ich in der Ordnung auf einander folgen laſſe, wie in der vorigen Anmerkung die Grafſchaften, aus denen ſie kommen, nach einander genannt ſind:

Belton in *Lincolnſhire*, den 19ten Novemb. „Geſtern war ein ſehr heftiger Orkan, der von 8 Uhr Morgens bis ohngefähr um 1 Uhr dauerte. Nachdem ſich der Wind gelegt hatte, fiel ein ſtarker Regen, der um 4 Uhr Nachmittags nachlieſs, worauf ein ſchöner Abend folgte. Ungefähr um 11 Uhr Nachts fühlten wir einen fürchterlichen Stoſs eines Erdbebens, das ungefähr 2 Secunden dauerte. Es fing mit einem ſtarken Rumpeln oder mit einem Getöſe an, als wenn ein ſchwerer Wagen die Poſtſtraſse hinunter führe, und mein Stuhl, worauf ich ſaſs, wurde erſchüttert. Es ging von Norden nach Süden, und wurde überall in Grantham und der Nachbarſchaft bemerkt.„

Belvoircaſtle in *Leiceſterſhire*, vom 30ſten November: „Das Erdbeben fing des Abends ungefähr 5 oder 10 Minuten nach 11 Uhr an. Der Wind war den Tag über ſehr ſtark, aber gegen Abend (um 6.) wurde es faſt ganz ſtille, und ſo blieb es die Nacht hindurch. Der Stoſs war im Schloſſe *Belvoircaſtle* ſo heftig, daſs die Schlafenden davon erwachten. Doch hielten ihn nur wenige ſogleich für ein Erdbeben; die mehrſten glaub-

ten in dem obern Zimmer, oder in dem Flure unter uns, ſey etwas herabgefallen; oder man habe gegen eine benachbarte Wand oder Thüre heftig geſchlagen. Hängende Sachen und unverſchloſſene Thüren wurden im Schloſſe bewegt, und dieſes rechtfertigt gewiſſermaſsen die Meinung, daſs die Erſchütterung wellenförmig war. Einige, die damals gerade im Freyen waren, verſichern, daſs der Stoſs mit keiner auſserordentlichen Beleuchtung verbunden geweſen, und daſs man weder Feuerkugeln, noch eine ungewöhnliche Bewegung in der Luft wahrgenommen habe. Ein Geiſtlicher, der ſich in *Knipton*, 1½ engl. Meilen vom Schloſſe aufhält, wollte ſich eben zu Bette legen, und hatte ſich grade in dem Augenblick mit dem Rücken an die Mauer gelehnt, als plötzlich das ganze Zimmer erſchüttert und vorzüglich die Bettvorhänge bewegt wurden. Da er mehrere Erdbeben in Italien erlebt hatte, erkannte er dieſes ſogleich dafür, und war auf die Umſtände aufmerkſam. Auch er bemerkte völlige Ruhe, und weder Getöſe, noch irgend eine auſserordentliche Erleuchtung in der Luft. *Knipton* liegt übrigens niedrig, und würde eben ſo ſehr erſchüttert als das Schloſs.„

Von den Wirkungen zu *Kenilworth* in *Warwikſhire* giebt *Rob. Aug. Johnſon*, Mitglied der königl. Societät, folgende Beſchreibung in einem Briefe vom 25ſten Nov. „Man ſpürte das Erdbeben hier ohngefähr 20 Minuten nach 11; doch wird

unſere Uhr gewöhnlich nach der Sonne geſtellt, und ging daher damals beynahe eine Viertel-Stunde vor, ſo daſs es nach der mittlern Zeit ziemlich genau 6 Minuten nach 11 Uhr war. Ich lag zu Bette, und fühlte dieſes mit einemmal erhoben. Meine erſte Idee war, ein groſser Hund habe ſich darunter verſteckt, aber die gleich folgende Erſchütterung der Gardinen und des Zimmers benahmen mir dieſen Irrthum. Auch alle andere, die in ihren Betten erwachten, hatten die nemliche Empfindung; von denen, die noch auf waren, bemerkten nicht alle die Erſchütterung, doch fühlten einige ihre Sitze unter ſich wanken, und andere ſahen hängende Sachen ſich bewegen, oder hörten das Knarren von Thüren und Fenſterladen, und ein dumpfes Getöſe, welches ich nicht wahrgenommen habe. Die Erſchütterung dauerte nach meiner Meinung ohngefähr 2 Secunden. Es war ein vollkommen ſtiller Abend, nachdem es den Tag und die vorige Nacht über aus Süd-Weſt geſtürmt hatte. Das Barometer ſtand am 17ten Morgens auf 30,23 Zoll, fiel aber allmälig den Tag über, und noch ſchneller während der Nacht, ſo daſs es, ſo viel ich mich entſinne, den 18ten Morgens auf 28,63, und des Abends kurz vor der Erſchütterung auf 28,8 Zoll ſtand. Das Thermometer zeigte den ganzen Tag über in einem ungeheizten Zimmer auf 48 oder 49°, und die Luft war mit Feuchtigkeit ſo überladen, daſs Wände und Flur dampften. Die Erſchütterung wurde am deutlichſten auf Hügeln und Anhöhen geſpürt; doch

hat ſie, ſo viel ich gehört habe, keinen Schaden in dieſer Gegend angerichtet. — Auch in *Worceſter* wurde das Erdbeben vornemlich von Perſonen im Bette, ohngefähr um 11 Uhr oder 5 Minuten ſpäter, geſpührt. Es ſchien jemand ihr Bette in die Höhe zu heben, dieſer Empfindung ging ein Getöſe vorher, welches einige ein Rumpeln nennen, andre mit dem Falle von Dachziegeln vergleichen, und viele hörten zugleich die Fenſter und die Thüre ihrer Zimmer raſſeln. Einige Tage vorher hatte man Donner und Blitzen bemerkt, und einige ſchwächliche Perſonen empfanden in der Nacht am 18ten eine ähnliche Unruhe und Misbehagen, wie bey Gewittern.„

In *Derbyſhire* ſcheint die Erſchütterung ſehr heftig geweſen zu ſeyn. Eine Nachricht von ihren Wirkungen, ſowohl über als unter der Erde, findet man in den beiden folgenden Briefen von *William Milnes* aus *Aſhover*: „Freytags Abends, ungefähr um 11¼ Uhr, fühlte ich ſehr deutlich einen heftigen Stoſs eines Erdbebens. Zuerſt hörte ich ein rumpelndes Getöſe, und gleich nachher war es, als wenn einer oder mehrere mit Gewalt ins Zimmer drängen; das Bett und alle andere Sachen wurden heftig erſchüttert. Die Bergleute in der Gregorygrube wurden durch das Getöſe und den zugleich ſich plötzlich erhebenden Wind ſo in Schrecken geſetzt, daſs ſie ihre Arbeit verlieſsen, indem einige fürchteten, die Zimmerung des alten

Manns

Manns, und die Bühnen über ihnen, die viele hundert Tonnen Trümmer und Geſtein enthielten, gäben nach, und würden ſie begraben, und andere, dies in der Nähe des neuen Schachtes arbeiteten, glaubten, die Unterlage, die das Gemäuer trug, ſey gewichen, und der ganze Schacht ſtürtze ein. Mehrere Schornſteine fielen herab, verſchiedene Familien verlieſsen ihre Wohnungen, und alles gerieth in einen Allarm, dergleichen ich hier noch nicht erlebt habe.,,

Als Herr *Milnes* noch beſonders wegen des plötzlich entſtehenden Windes befragt wurde, den man für einen merkwürdigen Umſtand hielt, antwortete er: „Ich habe alle unſere Bergleute beſonders befragt, und nach den folgenden Umſtänden ſcheint es keinem Zweifel unterworfen zu ſeyn, daſs der Wind, den man im Bergwerke ſpürte, vom Tage in die Schächte herabkam. Die Arbeiter an den Pumpen, welche eine beträchtliche Tiefe unter den Strecken (*waggon gates*) ſind, und mit ihnen keine Verbindung haben, merkten den Wind gar nicht; ſondern hörten, wo ſie ſtanden, ein dumpfes rauſchendes Getöſe, welches anfänglich weit entfernt zu ſeyn ſchien, nach und nach näher kam, über ihnen hin zu rauſchen ſchien und ſich verlohr. Diejenigen, welche in der Strecke (*waggon gate*) waren, die mit dem Kunſtſchacht und dem neuen Schacht in Verbindung ſteht, fühlten einen ſehr heftigen Windſtrom, wel-

cher, nach der Ausſage eines Bergmanns, längs der Strecke (*gate*) vom neuen Schachte herzukommen ſchien, und ſo lange dauerte, daſs er während deſſelben 6 oder 7 Yards weit ging. Er hatte kein Licht, und die Seiten der Strecke, in welcher er ging, ſchienen ihm, als er ſie mit den Händen begriff, ſich über ihn zuſammenſtürzen zu wollen. — Jemand verſicherte mir, dieſen Abend auf einer Anhöhe bey *Moorhall* auf dem Wege nach *Chatsworth* ein ungewöhnliches Licht geſehn zu haben; nach *Cheſterfield* zu habe der heitere Himmel auf eine Meile weit blaſsroth geſchienen, und dieſs ſo lange gedauert, bis er ſeinen auf dem Wagen eingeſchlafnen Cameraden geweckt habe, um ihm den ſonderbarſten Blitz zu zeigen, den er je geſehen. Nach ſeiner Beſchreibung erſtreckte ſich dieſe Erſcheinung von Oſt nach Weſt, und ſo niedrig am Horizont, daſs ſie nur von einer Höhe bemerkt werden konnte.„

Folgendes iſt ein Auszug zweyer Briefe des bekannten Phyſikers *Abraham Bennet* zu *Wirksworth*, gleichfalls in Derbyſhire, vom 19ten November und 21ſten December. „Ohngefähr 20 Minuten nach 11 fühlte man in der Nacht hier zu *Derby* und an andern benachbarten Orten den Stoſs eines Erdbebens. Ich war grade im Bette und erwachte durch einen Lerm, welchen ich zuerſt mit dem Getöſe eines brennenden Kamins verglich, dann für einen Wagen in der Straſse hielt, ohne an ein Erdbeben zu denken. Andre hatten geglaubt, ein Schornſtein fiele ein. Ein Mann, der

grade von *Derby* kam, ſagte, daſs zur Zeit des Getöſes ſich eine Feuerkugel über der Stadt gezeigt habe, und daſs zu Derby einige Steine von Schorſteinen herabgefallen wären. Einige fühlten ihre Betten erſchüttert, und ſelbſt eine Art von elektriſchem Schlag; andre verglichen den Lerm mit dem Geraſſel eines über eine Diele gezogenen Tiſches, und einer lautern Exploſion am Ende. Der Wind hatte die ganze Zeit über heftig aus Südweſt geweht, legte ſich aber am Abend, und der Himmel klärte ſich auf. Zur Zeit des Erdbebens wurde die Luft ſehr kalt, und am Morgen war die Erde mit Schnee bedeckt. Dieſer zerging darauf, und der Wind wehte aus N. W.; Umſtände, welche die Hypotheſe zu begünſtigen ſcheinen, daſs Electricität die Urſache der Erdbeben ſey, worüber man doch nur durch Sammlung von zahlreichen Thatſachen aufs Reine kommen wird.„

In ſeinem zweyten Briefe ſagt Hr. *Bennet*: „Ich bin zu *Derby* geweſen, um dort wegen der Feuerkugel, die man da geſehen haben wollte, nachzuforſchen; aber ich und meine Freunde konnten aller Nachforſchung ungeachtet weiter keine Nachricht erhalten, als daſs einige einen Lichtſtrahl geſehen hätten, welchen ſie mir als eine Oeffnung des Himmels beſchrieben. Herr *Watſon* in *Bakewell*, ſchrieb mir, er ſey etwa eine Viertelſtunde im Bett geweſen, als er durch ein

dumpſes rauſchendes Getöſe in Erſtaunen geſetzt wurde, und unmittelbar darauf fühlte er eine Erſchütterung, die erſt ſeinen Kopf, dann die Füſse dreymal in 3 Secunden in die Höhe ſtieſs, und da ſein Bette von Süden nach Norden ſtand, ſo glaubte er, ſie käme von Süden. In einem Wirthshauſe wurden die Aufwärter durch ein Schüttern der Gläſer auf den Tiſchen erſchreckt; einige Fremden in andern Stuben fühlten nichts davon. Zu Bakewell ſah jemand einen Schimmer wie einen Blitz, und ein Haus, welches auf einem Kalkfelſen ſtand, wurde ſo erſchüttert, daſs die Klingeln darin ertönten. In *Cheſterfield* ſtürzten einige Schornſteine ein.„

Die Grafſchaft *Nottingham* ſcheint das Erdbeben am heftigſten gefühlt zu haben. Aus dieſer Grafſchaft ſind zwey ſehr umſtändliche Berichte eingegangen, der erſte von *Edw. Gregory*, datirt vom 12. Dec., der zweyte vom *D. Storer* aus der Stadt *Nottingham*. „Ich war, ſchreibt Herr *Gregory*, am 18ten Nov. zu *Wollaton*, 3 Meilen weſtl. von *Nottingham*, als ich den Stoſs eines Erdbebens fühlte. Ein heftiger kühler Wind, der von S. W. herwehte, tobte mit ungewöhnlicher Wuth den ganzen Morgen hindurch, und brachte gegen Mittag uns heftigen Regen, während deſſen der Sturm mit derſelben Heftigkeit fortdauerte. Ohngefähr um 3 Uhr warf ſich der Wind nach N. W. und das böſe Wetter hörte auf. Die Wolken trennten ſich, und thürmten ſich an dem nördlichen Ho-

rizonte auf, wie im Sommer vor Gewittern. Um Sonnen-Untergang hatten ſich dieſe Wolken gröſstentheils zerſtreut, die Luft wurde hell, ſcharf und elaſtiſch, an dem nördlichen Himmel zeigten ſich alle mögliche Zeichen des Froſtes, und meine Aufmerkſamkeit wurde durch eine ſehr ſchwarze, drohende Wolke an der Süd- und Südoſtſeite geſpannt. Sie lief beynahe parallel mit dem Horizont, und hatte einen zum wenigſtens 40° von Süd nach Oſt langen, und 1½° breiten ſehr hellweiſsen Lichtſaum, welcher am meiſten Aehnlichkeit mit weiſser Silberplatt hatte. Das Licht war nach ſeiner ganzen Ausdehnung mit einem dunklen trüben Purpur ſchattirt, und das weiſse Licht, welches durch dieſen dunkeln purpurnen Nebel hervorblickte, contraſtirte ſo ſtark mit dem dunklen Theil der Wolke, und der Anblick war ſo ſchauerlich und furchtbar, daſs ich der Geſellſchaft, worin ich mich befand, einen heftigen Sturm auf die Nacht prophezeyte. Es war 5 Uhr, und die Sonne ſtand ſchon ſo niedrig, daſs ſie nicht einmal die Wolken des weſtlichen Horizonts beträchtlich erleuchten, geſchweige denn einer in Südoſt ſo niedrig ſtehenden Wolke ein ſo helles Licht geben könnte. Es war der Tag vor dem erſten Viertel, und der Mond ſtand am weſtl. Ende dieſer Wolke, aber ſelbſt der Vollmond würde nicht im Stande geweſen ſeyn, dem Rand der Wolke ein ſo intenſives und weitgedehntes Licht zu geben, welches mich völlig überzeugte, daſs der helle Schein von Electricität herrührte,

mit welcher ich die Wolke ſtark geladen glaubte. Als ich, gleich nach dem Mittagsbrodt, um 8 Uhr wieder nach dem Himmel ſah, war der auſſerordentliche Anblick verſchwunden. Die Nacht war dunkel, die Luft völlig ruhig und gelinde. Zwiſchen 20 und 25 Minuten nach 11 wurden wir aber alle durch ein heftiges Wehen oder Praſſeln, (*blaſt*, ſo muſs ich es eher als Exploſion nennen, weil es nicht den ſcharfen, dichten, elaſtiſchen Ton hatte, den ich mit dem Begriff einer Exploſion verbinde,) ſehr in Schrecken und Erſtaunen geſetzt. Es brach plötzlich los, etwas unter dem Zenith nach Weſten, und wie ich aus der Richtung, in welcher man den Ton hörte, ſchloſs, ſchien es durch die Luft nach Oſt mit groſser Schnelligkeit hereinzubrechen und ſehr beträchtlichen Widerſtand in ſeiner Bewegung zu finden; denn es machte ein ziſchendes Geräuſch, wie es über uns hinwegfuhr. In dem Augenblick, als es anfing, war es mit einem lauten, tieftönenden, hohlen, dumpfen, einem tiefen Seufzer nicht unähnlichen Tone begleitet. Wir waren alle durch dieſes ſchreckliche Getöſe betäubt; einige glaubten, die Fenſter der groſsen Stube wären eingefallen, andere vermutheten irgend einen Unfall an einem andern Theil des Gebäudes. Indem wir ſo unſere verſchiedene Vermuthungen hätten, fühlte ich, indem ich meinen Arm und die Schulter an die nördliche Wand des Zimmers legte, mich davon weggeſtoſsen, und meinen Stuhl unter mir mit einer ſehr lebhaft zitternden Bewegung erſchüttert. Die ganze Ge-

ſellſchaft fühlte dieſelbe Wirkung des Stoſses, die bey mir ſo heftig war, daſs einige glaubten, ich wäre von meinem Stuhl auf den Boden gefallen, und hätte die Erſchütterung verurſacht, welche ſie fühlten. Als ſie aber hörten, daſs das nicht der Fall war, glaubten ſie, die Bedienten in dem Speiſezimmer hätten einen Tiſch umgeworfen. Als ich die Wand erſchüttert fühlte, zweifelte ich nicht mehr, daſs es ein Erdbeben ſey, und ſagte es der Geſellſchaft; kaum hatte ich die Worte ausgeſprochen, als wir einen neuen Stoſs bekamen. Dieſer zweyte war mehr wellenartig (*undulatory*) als der erſte. Ich ſtand, und fühlte mich während deſſelben etwas in die Höhe gehoben. Unſre Furcht, daſs noch heftigere Stöſse folgen möchten, verſchwand bald, als wir nichts mehr wahrnahmen. Der erſte Stoſs des Erdbebens kam ohngefähr eine Minute nach jenem Wehen, 20 Sekunden darauf der zweyte Stoſs. In der Bedientenſtube hatten die Gläſer auf dem Tiſch ſo getanzt, daſs ſie geglaubt, einer hätte unter dem Tiſche mit den Knieen getrommelt. Ich verfügte mich darauf in den Garten, um nach den Himmel zu ſehen; er war, ſo wie um 8 Uhr, dunkel und trübe, ohne etwas auffallendes; die Luft ruhig und gelinde. Wie ich des Morgens aufſtand, wunderte ich mich, die ganze Gegend mit Schnee bedeckt zu ſehen. Soldaten aus den Barracken von Nottingham verſicherten, das Erdbeben habe bey ihnen das Geſchirr von dem Geſimſe heruntergeworfen, hatten aber eben ſo wenig als die Schildwache und

wir, einen Lichtſchimmer oder Feuerball bey dem erſten Sturm oder während der Stöſse des Erdbebens geſehn. An andern benachbarten Orten ſchien das Erdbeben einigen ihr Bette zu heben und zu ſchütteln; die Thüren raſſelten, und das Geſchirr, Gläſer u. ſ. f., ſtieſsen auf den Geſimſen zuſammen; an einem Orte warf es einen kleinen Hund von dem Bette, worauf er ſchlief, und ſtürzte einen kleinen Theil des Ufers an einem Kanal ein. Die Richtung des Stoſses ſchien einigen von N. O., andern von S. zu kommen. Der erſte Stoſs erſchütterte mich ſelbſt ſo heftig wirbelartig, daſs ich ſeine Richtung nicht beurtheilen konnte; der zweyte ſchien von N. zu kommen, vielleicht einige Striche weſtlich. Als ich das Blaſen des Windes losbrechen und mit einem ziſchenden Geräuſch hereinſtürmen hörte, ſchloſs ich ſogleich auf irgend eine elektriſche Lufterſcheinung, (welche, wie ich glaube, grade in dieſem Augenblick ſich entzündete,) als auf die Urſache dieſes Gepraſſels, und glaube daher daſs die Erſchütterung der Atmoſphäre, indem ſie ſich der Erde mittheilte, ſie ſo heftig bewegt, und dadurch die Stöſse des Erdbebens veranlaſst habe. Die Wolke des vergangenen Abends, die allem Anſchein nach ſtark mit elektriſcher Materie geladen waren, beſtärkte mich in dieſer Meinung; doch ſo weit ich mich davon durch ſorgfältige Erkundigung vergewiſſern kann, iſt keine Lufterſcheinung, noch irgend ein feuriges Meteor in der ganzen Nacht geſehen worden.

Die mehrſten ſuchen zwar die Urſach des Erdbebens in der Erde ſelbſt; ich bin aber verſucht zu glauben, daſs es durch eine heftige Erſchütterung in der Luft hervorgebracht wurde. Das Weben (*bluſt*) war unbezweifelt in der Luft. Der heftige Schnee während der Nacht ſcheint ein ſehr ſonderbarer Umſtand; er mag zufällig ſeyn, aber ich muſs ihn mit der Urſache des Erdbebens in ſofern in Verbindung glauben, daſs er die Wirkung einer plötzlichen und ungewöhnlichen Veränderung der Luft, durch Electricität ſey; alſo eine Wirkung derſelben Urſach, welche das Erdbeben bewirkte. Die meiſten höher gelegenen Oerter ſcheinen heftigere Stöſse bekommen zu haben, als die niedriger liegenden." *)

*) Dieſe Berichte zeigen ſehr deutlich, wie wenig man ſich auf einzelne Ausſagen wunderbarer Umſtände bey Naturerſcheinungen dieſer Art verlaſſen darf. Ich möchte daher auch nicht die ſtrenge Wahrheit folgender Zeitungsnachrichten über das *Erdbeben*, welches man vor kurzem (am 11ten December Nachmittags) in den Gränzgegenden Schleſiens und Böhmens verſpürt hat, verbürgen, beſonders was den Teich auf der Schneekoppe betrifft, der in Schleſien ſchon ſeit Alters für einen rechten Schauplatz von Zaubereyen und Wunder, und für Rübezahls Lieblingsort gilt. „Ein dichter Nebel hing grade damals mehrere Tage lang über einen groſsen Theil Deutſchlands, und das Fahrenheit. Thermometer ſtand in Breslau auf 21¼°. In *Schweidnitz* fühlte man eine drey-

Aus einem weitläuftigen Bericht des *D. Storer* in *Nottingham* ziehe ich nur folgende Bemerkun-

malige, ſchnell hinter einander folgende, doch nicht ſtoſsende Bewegung, wobey der Boden dröhnte, Kalk von den Zimmerdecken herabfiel, und die Gläſer an einander ſtieſsen. In *Glatz* zitterten faſt alle Gebäude, und im Dorfe *Fredersdorf* ſo ſtark, daſs die Einwohner auf das Feld flüchteten. In *Dittersdorf* hörte man unterirdiſche Donner rollen, und bemerkte einen ſtinkenden Schwefelnebel und ſtarke Dunkelheit; zugleich bewegten ſich die Oefen, und die Thüren ſprangen auf. In *Friedland* wurden vom Stoſse einige Sitzende in die Höhe geworfen, Gläſer zerbrochen, und hölzerne Wände zertrennt. Das Barometer ſtieg und fiel bey den Stöſsen unaufhörlich; übrigens vernahm man weder Sturm noch Donner. Die Stöſse hatten ſämmtlich die Richtung von Süden nach Norden, und ihr eigentlicher Sitz ſcheint in dem Steinkohlen-reichen Gebirge zwiſchen Glatz und Böhmen geweſen zu ſeyn. Hier konnten die Bergleute, an dieſem Tage, in mehreren Steinkohlengruben gar nicht bleiben, weil es ihnen an Luft mangelte; in andern, wo ſie blieben, war die Erſchütterung ſo heftig, daſs ſie glaubten, die Decke werde über ihren Köpfen zuſammenſtürzen. Ueber einem See bey *Rückers* im Glatziſchen ſoll an dieſem Tage ein nach Schwefel riechender Nebel gehangen haben, aus welchem ſich der Sage nach, eine Gewitterwolke erhob, worauf ein Donnerſchlag und dann die Erſchütterung folgte. Die nemliche Erſcheinung ſoll man auch bey einem der Teiche auf der Schnee-

gen aus. Alle ſtimmten darin überein, das Geräuſch über ſich gehört zu haben; in der Richtung

koppe wahrgenommen haben. Mehrere ſtarke Gebäude riſſen bey dem Erdſtoſse, und in einigen Städten fielen Schornſteine herab. Seit den letzten Erſchütterungen in Ober-Schleſien (welche Fortſchwingungen des Erdbebens in Calabrien zu ſeyn ſchienen) ſind nun 14 Jahre verſtrichen." — Giebt es Leſer dieſer Annalen in Schleſien und Böhmen, welche zuverläſſige und gehörig geprüfte Nachrichten über die merkwürdigen Naturerſcheinungen, die dieſes ſchleſiſche Erdbeben begleitet zu haben ſcheinen, für die Annalen mittheilen wollten, ſo würden ſie ſich gewiſs den Dank der Leſer verdienen.

Auch in *Danzig* glaubt man in dieſem Jahre Spuren eines Erdbebens bemerkt zu haben, da nach einem heftigen Windſtoſs am 7ten Auguſt zwiſchen 5 und 6 Uhr Morgens, der an Dächern und Giebeln vielen Schaden verurſacht hatte, die Waſſerleitung zu laufen aufhörte. Man muſste Wochenlang graben, ehe man die beſchädigten Stellen fand, und nach Ausſage der Arbeiter ſollen dort viele Bleiröhren ganz zuſammengedrückt geweſen ſeyn. Mehrere Häuſer ſtürzten um dieſe Zeit ein, andre muſsten geſtützt, und eine Mauer der Dreyeinigkeitskirche, die ſtarke Riſſe bekommen hatte, untermauert werden. In der Gegend von Lauenburg ſollen ſich noch deutlichere Spuren eines Erdſtoſses gezeigt, und unter andern ein Dorfteich dort ſich ſo erweitert haben, daſs das ganze Dorf darin verſunken iſt. Doch laſſe ich es dahingeſtellt ſeyn, ob dieſe aus Briefen gezogne Nachrichten mehr als bloſse Sagen ſind. *d. H.*

des Stoſses widerſprechen ſich ihre Beſtimmungen. Die Dauer des erſten Stoſses beſtimmt *Storer* auf 4 Sekunden, ein andrer, der ſchon mehrere Erdbeben erlebt hatte, und nach der Uhr ſah, auf $5\frac{1}{2}$ Sekunden. Einige glaubten etwas einem electriſchen Stoſse ähnliches gefühlt zu haben. — „Ob es gleich ungewöhnlich iſt, ſagt er, daſs um dieſe Zeit der Nacht die Arbeiter in den Kohlenminen ſind; ſo habe ich doch von einem Beyſpiel, wo dies der Fall war, gehört. In einer dieſer Gruben war ein Mann und ein Knabe. Der erſte bemerkte nichts. Der Knabe, der dem Schachte näher war, hörte ein Rumpeln, welches er oben zu ſeyn glaubte, er fühlte aber keinen Stoſs. Ich habe mehrere Leute geſprochen, die während des Erdbebens in den Straſsen und auſser den Thoren waren; keiner bemerkte eine Erleuchtung am Himmel. Aber man ſagt, daſs einige Reiſenden in den Poſtchaiſen eine ſolche geſehen hätten, und ein zuverläſſiger Mann aus Derby erzählte mir, er habe auf der Gaſſe in dem Augenblick der Erſchütterung ein merkwürdiges Leuchten (*coruſcation*) geſehn, das an dem ſüdweſtl. Theile des Himmels, der ihm grade bedeckt war, anfing, und einen Glanz, einem entfernten Wetterleuchten ähnlich, nur von längerer Dauer, zu verbreiten ſchien. Andere in Derby ſahen aus ihren Fenſtern daſſelbe. In einer Strecke von 25 engl. Meilen ringsumher, wurde der Stoſs gleich heftig gefühlt; weiter hinaus reichen meine Nachrichten nicht. Der Zuſtand der At-

moſphäre, der dieſes Phänomen begleitete, iſt nicht weniger bemerkenswerth, als das Erdbeben ſelbſt.

In der Nacht vom 17ten wehte der Wind ſtark aus S. W., am Morgen nahm ſeine Heftigkeit zu, und um 11 Uhr erhob ſich ein Sturm, von ſehr finſtern, dichten Wolken, und einer gröſsern Wärme oder vielmehr Schwüle, als ich je im November, ohne Sonnenſchein, wahrgenommen habe, begleitet. Um Mittag regnete es eine Stunde lang heftig, worauf ſich der Wind legte, die Wolken verſchwanden, und um 6 Uhr ein heiterer ruhiger Abend wurde. In dem Augenblick des Erdbebens war es völlig ſtill; dieſe Stille dauerte bis 1 Uhr Nachts mit demſelben Grad von Wärme, den wir bey Tage gehabt hatten. Um 8 Uhr Morgens fror es ſtark, und der Boden war mit Schnee bedeckt. Man pflegt zwar allgemein die Erdbeben unterirdiſchen Urſachen zuzuſchreiben: allein viele Umſtände in dieſem meinem Berichte ſcheinen eine Verbindung des Erdſtoſses mit dem ſie begleitenden ganz eigenen Zuſtand der Atmoſphäre zu beweiſen, und uns bey Nachforſchung der Urſach auf die plötzlichen Revolutionen zu führen, welchen eine ſo groſse Maſſe von elaſtiſcher und heterogener Flüſſigkeit unterworfen iſt."

* *
*

Ich ſchreite nun, ſagt *Gray*, zu einigen Bemerkungen über dieſe detaillirten Berichte, und werde zwar durch Verfolgung des Gangs des Erdbebens

vorzüglich auszumachen ſuchen, ob es durch eine nach allen Richtungen hinwirkende Centralkraft hervorgebracht wurde, oder ob es blos in einer progreſſiven Bewegung nach Einer Richtung, wie ein Windſtoſs wirkte. Zuerſt muſs ich bemerken, daſs alle Vermuthungen über die Richtung der Stöſse, die ſich auf die Eindrücke derer, die es fühlten, gründen, zu unbeſtimmt und widerſprechend ſind, um richtige Schlüſſe daraus zu ziehen. Hr. *Gregory*, welcher in ſeinem Briefe ſagt, daſs das Wehen von Weſten kam, führt auch an, daſs man im allgemeinen übereinkam, die Stöſse kämen von N. O., daſs aber auch einige ſie ſüdlich herkommend glaubten, und ihm ſelbſt der zweite Stoſs von Norden anzufangen ſchien. Eben ſo ſagt *D. Storer*, die Richtung habe ihm von Nordoſt nach Südweſt, andern grade entgegengeſetzt geſchienen, und ſo geht es mit den übrigen Berichten. So verſchieden indeſs auch hierüber die Meinungen derer ſind, die den Stoſs fühlten, ſo kömmt die gröſsere Zahl doch darin überein, daſs er aus einem nördlichen Strich nach einen ſüdlichen gegangen ſey, welches, wie wir jetzt ſehen werden, der Richtung, die man aus Beobachtungen der Zeit, zu welcher man die Stöſse in verſchiedenen Gegenden fühlte, völlig entgegen iſt.

Nach den Zeitungen der Grafſchaften bemerkte man zu *Briſtol* und in einigen Gegenden von Glo-ceſterſhire das Erdbeben einige Minuten vor 11; zu

Worceſter nach *D. Johnſtone* um 11, oder 5 Min. nachher, zu *Kenilworth* in Warwickſhire (nach Johnſon) 6 Min. nach 11. Zu *Aſhover* in Derbyſhire (Hr. Millneſs) ein Viertel nach 11. Zu *Wirksworth* in derſelben Graffchaft (nach Bennet) 20 Min. nach 11, und zu Wollaton in Nottinghamſhire (nach Gregory) zwiſchen 20 und 25 Minuten nach 11 *). Der Unterſchied der Zeit zwiſchen Briſtol und Wollatone beträgt ungefähr $5\frac{1}{2}$ Minuten.

Nun muſs zwar für die Ungewiſsheit, welche mit Beobachtungen dieſer Art verbunden iſt, für die Abweichung der gewöhnlichen Uhren von der richtigen aſtronomiſchen Zeit, und ähnliche Umſtände, gar vieles von der Zuverläſſigkeit dieſer Beſtimmungen abgerechnet werden. Allein, bedenkt man, daſs dieſe Irrthümer ſich ſo gut gegen einander heben, als zuſammenfallen können, ſo muſs man zugeben, daſs die Erſchütterung beträchtlich ſpäter in N. O. als in S. W. gefühlt wurde, oder mit andern Worten, daſs ſie progreſſiv ungefähr von S. W. nach N. O. fortrückte.

Da man ſich auf die Genauigkeit des Hr. *Johnſon* zu Kenilworth verlaſſen kann, und Hr. *Gregory* zu Wollaton daſſelbe Vertrauen verdient,

*) Ich habe die in einen oder 2 von den vorhergehenden Briefen beſtimmte Zeit nicht erwähnet, weil es nicht mit der gehörigen Aufmerkſamkeit beobachtet zu ſeyn ſcheint.

erſterer aber das Erdbeben um 11 Uhr 6′, letzterer etwa um 11 Uhr 22′ beobachtete; und der Längen-Unterſchied beider Oerter 1½ Minuten beträgt, ſo giebt dies eine Zeit von 14½ Min. für das Fortſchreiten des Erdbebens vom erſten Ort zum letzten. Die Entfernung zwiſchen dieſen beiden Orten iſt ohngefähr 45 engl. Meilen, und die Lage von Wollaton N. N. O. von Kenilworth. Dieſe beiden Beobachtungen geben, wie es mir ſcheint, noch einen andern Beweisgrund, daſs der Erdſtoſs ſich progreſſiv nach einer Richtung bewegte. Denn, wäre er durch Eine nach allen Richtungen hinwirkende Centralkraft hervorgebracht worden, ſo müſste er da, wo er zuerſt gefühlt wurde, heftiger geweſen ſeyn; da hingegen unbezweifelt das Erdbeben in Nottinghamſhire ſtärker als in Warwickſhire war, ob es gleich hier früher wahrgenommen wurde.

Von den verſchiedenen Erdbeben, welche man in dieſem Jahrhundert in England gehabt hat, läſst ſich das jetzige am erſten mit dem vom 30. Sept. 1750., dem vom 14. Sept. 1777. und dem vom 25. Febr. 1792 vergleichen. Unſer Erdbeben war von einer gröſsern Ausdehnung, als eines dieſer; die Richtung, die man ihnen zuſchrieb, iſt aber faſt dieſelbe, die bey unſerm ſtattzufinden ſcheint. Dieſe Wiederkehr der Erderſchütterungen in dem einmal eingeſchlagnen Zuge hatte man ſchon lange in allen ihnen unterworfenen Gegen-

den

den bemerkt, und gilt mit vielem Grunde, als ein bündiger Beweis für die Meinung, daſs ihre Urſach in der Erde ſelbſt liegt. Eben ſo hat man wahrgenommen, daſs bey vielen Erdbeben, eben ſo wie bey unſerm, zur Zeit der Erſchütterung die Luft ruhig war, wie auch der Wind vorher beſchaffen ſeyn möchte. Dies iſt in der That ſo allgemein, daſs einige dadurch auf die Vermuthung gekommen ſind, der Wind hindere eine gewiſſe Anhäufung in der Atmoſphäre, die nach ihrer Theorie zur Hervorbringung eines Erdbebens nothwendig iſt. Unglücklicherweiſe für dieſe Theorie hat man indeſſen mehrere Beyſpiele von Erdbeben während eines Windes.

Einige glaubten, daſs das letzte Erdbeben hohe Gegenden am heftigſten betroffen habe; andere bemerken dagegen, daſs es in einigen niedrigern Gegenden eben ſo ſtark geweſen ſey. Hieraus läſst ſich alſo im Ganzen kein gegründeter Schluſs ziehen. Daſs die Gewäſſer bey Nottingham nach Herrn Doct. *Stoxer's* Beobachtung keine merkliche Bewegung oder Erhebung erlitten haben, iſt auffallend; wenn man beſonders darauf Rückſicht nimmt, daſs das Erdbeben vom 1ſten Nov. 1755 in Liſſabon eine ganz ungewöhnliche Bewegung der Gewäſſer in verſchiedenen Theilen dieſes Königreichs hervorbrachte, ohne doch in dieſen Theilen eine merkbare Erderſchütterung zu bewirken. Einen ähnlichen Umſtand erzählt in-

deſſen Hr. *Bertrand* in Beziehung auf ein Erdbeben in einigen Gegenden der Schweiz vom 9ten Dec. 1755, welches nur wenigen Einfluſs auf die daſigen Seen hatte; da hingegen ein Erdbeben vom 1ten Nov. deſſelben Jahrs eine ſtarke Wirkung darauf äuſserte, ob man es gleich auf der Erde nur ſchwach fühlte.

Der Wind in dem Kohlenbergwerk zu *Aſkover*, war vermuthlich die Wirkung des von Herrn *Gregory* erwähnten Wehens (*blaſt*). Aehnliche Windſtöſse (*blaſts*) hat man bey andern Erdbeben bemerkt; das vom 14ten Sept. 1777 in England ſoll ein ſehr rauſchender Wind begleitet haben. Was die andern ungewöhnlichen Erſcheinungen in der Luft bey dieſem Erdbeben betrifft, ſo bemerke ich nur, daſs ähnliche, namentlich ſchwarze dichte Wolken, Lichtſchimmer in der Luft, auch bey andern ſtatt gefunden haben, daſs aber, im Ganzen genommen, wenige von ihnen mit ſo merkwürdigen Umſtänden dieſer Art, als unſeres, begleitet waren. In wie weit ſie mit dem Erdbeben zuſammenhängen, iſt unmöglich zu beſtimmen; auf jeden Fall waren ſie hier dem Beobachter ſo auffallend, daſs er leicht auf die Meinung kommen konnte, die Urſache des Erdbebens in der Atmoſphäre zu ſuchen. Hierbey muſs ich bemerken, daſs die, welche dieſes thun, die electriſche Materie als das Agens dabey anzuſehn pflegen. Dies iſt aber, wie ich glaube, zu weit gegangen. Wir wiſſen ſicher nicht genug von der Atmoſphäre, um zu einem ſolchen

Schluſs berechtigt zu ſeyn, und was wir von Electricität (ſowohl natürlicher als künſtlicher) wiſſen, leitet uns eher dahin, zu glauben, daſs das electriſche Fluidum nur dann furchtbar iſt, wenn es concentrirt oder in einem gewiſſen Raum angehäuft iſt, und mit einer unendlichen Schnelligkeit daraus hervordringt. Die Wirkungen deſſelben ſind daher beſchränkt, und nur momentan. Erdbeben hingegen haben mehr als einmal ihre Wirkungen über groſse Strecken der Erdkugel verbreitet, und ſie ſcheinen ſich (wenigſtens zuweilen) mit einem Grade von Langſamkeit fortbewegt zu haben, deſſen wir das elektriſche Fluidum nicht fähig halten können, ohne vorauszuſetzen, daſs es ſeiner zerſtörenden Kraft viel zu ſehr beraubt ſey, um die fürchterlichſten aller Naturerſcheinungen hervorzubringen.

Die Umſtände unſers Erdbebens können für die wichtige Frage, ob Erdbeben für Erd- oder Lufterſcheinungen zu halten ſind, keine entſcheidende Beſtimmungen geben; die Frage ſcheint mir in die gröſste Dunkelheit gehüllt zu ſeyn, nicht ſowohl aus Mangel an Entſcheidungsgründen, als vielmehr weil der Gründe für beide Meinungen ſo viele und ſo triftige ſind. Denn ſo wie man an der einen Seite manche Umſtände (vorzüglich ihre häufige Wiederkehr in derſelben Richtung in mehrere Theile der Welt) unmöglich wahrnehmen kann, ohne ſich geneigt zu fühlen, die Urſache in der Erde zu ſuchen; ſo ſcheint es auf der andern

Seite auch unmöglich alle die ungewöhnlichen atmoſphäriſchen Erſcheinungen, welche dieſes und andre Erdbeben begleiteten, für völlig zufällig und unzuſammenhängend mit der Erſchütterung zu erklären. Es iſt nicht meine Abſicht, mich in eine genauere Unterſuchung darüber einzulaſſen; der richtige Weg dabey ſcheint mir aber der zu ſeyn, daſs man mit der Unterſuchung anfinge, ob alle Bewegungen in der Erde, welche man unter dem Namen von Erdbeben begreift, wirklich eine und dieſelbe Urſach haben, und ob nicht dieſe Urſach, will man ſie in der Erde ſuchen, fähig ſey, auf die Atmoſphäre ſo zu wirken, daſs ſie jene Luft-Erſcheinungen hervorbrächte, deren Erklärung wir ſo ſchwierig finden; — oder ob nicht, wenn man die Urſach der Erdbeben in der Atmoſphäre ſucht, gewiſſe Landſtriche (aus noch unbekannten Gründen) eine eigenthümliche Diſpoſition beſitzen, jene Urſache in Bewegung zu ſetzen. Keine von allen bis jetzt über das Erdbeben aufgeſtellten Theorieen reicht hin dieſe Phänomene zu erklären, und jede biethet der Schwierigkeiten ſo viele dar, daſs wir am beſten thun, unſere Kenntniſſe von Erdbeben nur aus einer gewiſſen Anzahl von Factis beſtehend zu glauben, zu denen wahrſcheinlich noch viele hinzukommen müſſen, ehe wir uns dürfen im Stande dünken, die Urſache eines ſo furchtbaren Phänomens aufzufinden.

IV.

BEYTRÄGE

zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht

vom

Herrn Grafen von Rumford in London.

(Fortſetzung Ann. III. 309.)

5) *Beſchreibung verbeſſerter Feuerſtätte, die vom Verfaſſer zu München im Groſsen angelegt und geprüft ſind* *).

Die verſchiedenen Verbeſſerungen, deren die Vorrichtungen zum Feuern und Kochen in Hinſicht der Holz-Erſparniſs empfänglich ſind, wird man am beſten aus der umſtändlichen Beſchreibung der verſchiedenen Veränderungen abnehmen, die ich mit den Küchen des Induſtriehauſes zu Mün-

*) Als eine Art von praktiſcher Wärmelehre, deren theoretiſcher Theil Band III. Heſt 3. mitgetheilt iſt, voll ſcharfſinniger Anwendungen der dort aufgeſtellten Grundſätze, ſcheinen dieſer und die folgenden Abſchnitte beſonders intereſſant zu ſeyn. Auch ohne die hier beſchriebnen Feuerſtätte gradezu nachzuahmen, wird jeder ſich hieraus leicht nehmen, was ihm frommt, und dabey wahrnehmen, wie weit wir im Ganzen doch noch immer in der Holzſparkunſt hinter Graf Rumford zurück ſind. *d. H.*

chen, wo für 1000 bis 1500 Perſonen gekocht wird, und der Militair-Akademie treffen lieſs.

Bey der erſten, zu Anfang des Jahrs 1790 vollendeten Einrichtung der *groſsen Küche des Induſtriehauſes*, wurden 8 kupferne Töpfe, deren jeder 38 Engliſche Wein-Gallonen faſste, auf den in der Mitte der Küche von Ziegelſteinen erbauten Herd in zwey Reihen geſtellt. Der Herd bildete eine feſte Maſſe von 3 Fuſs Höhe, 9 Fuſs Breite, und 18 Fuſs Länge, und an dem einen Ende deſſelben war eine einzige Feuerſtätte befindlich. Von dieſer gingen durch die feſte Maſſe des Herdes Kanäle, die mit Klappen oder Dämpfern verſehen waren, zu den verſchiedenen Töpfen, und ſo wurde, wenn die eiſernen Klappen der Kanäle geöffnet waren, durch ein einziges Feuer, die in den Töpfen enthaltene Maſſe leicht und in kurzer Zeit zum Kochen gebracht; obgleich kein Topf in wirklicher Berührung mit der Feuerſtätte war, ja manche ſogar gegen 15 Fuſs davon entfernt ſtanden.

Da jeder Topf ſeinen beſondern Kanal und ſeine beſondre Klappe hatte, ſo lieſs ſich jeder oder jede beliebige Anzahl derſelben einzeln erwärmen, ohne daſs man zugleich die übrigen hätte erwärmen dürfen; und durch das mehrere oder geringere Oeffnen der Klappen konnte man ihnen jeden beliebigen und erforderlichen Grad von Wärme geben. Bedurfte keiner der Töpfe mehr

Feuerung, oder war das Feuer zu ſtark, ſo konnte man durch eine beſondre Klappe die ganze Wärme, oder einen Theil derſelben in einen groſsen Kanal leiten, aus welchem ſie, ohne einem Topfe zu nahe zu kommen, unmittelbar in den Rauchfang trat.

Das Feuer wurde durch ein in der Thüre des Aſchenlochs angebrachtes Regiſter regiert; um es ganz auszulöſchen, durfte man blos dieſes und alle Klappen der Kanäle verſchlieſsen. Die Feuerſtätte war eyförmig, 3 Fuſs lang, 2 Fuſs 3 Zoll breit, und ohngefähr 18 Zoll hoch, oberhalb mit einem doppelten concentriſchen Gewölbe verſehn, zwiſchen welchem 4 Zoll Luft blieb. Man brachte das Brennmaterial in die Feuerſtätte durch eine Oeffnung, die mit doppelten eiſernen Thüren verſehen war, und die man mittelſt dieſer immer verſchloſſen hielt. Das Brennmaterial brannte auf einem eiſernen Roſt, und die zur Unterhaltung des Feuers nöthige Luft ſtieg von unten durch das Aſchenloch herauf.

Um allen Verluſt der Wärme, während ihres Laufs von der Feuerſtätte zu den Töpfen, zu vermeiden, waren die Communications - Kanäle doppelte Röhren, eine innerhalb der andern. Der innere Kanal, durch den die Wärme ging, war von dünnen Ziegelſteinen oder vielmehr von Flieſsen gemacht, innerlich 5 Zoll breit und 6 Zoll hoch, und ſtand ganz iſolirt in dem gröſseren Ka-

nale; ſo daſs ihn an jeder Seite eine 2 Zoll dicke Schicht eingeſchloſsne Luft umgab. Der umgebende gröſsere Kanal war in der feſten Ziegelmaſſe des Herdes ſelbſt gearbeitet, und dieſe ganze Vorkehrung gänzlich verborgen. Die doppelten Kanäle und das doppelte Gewölbe der Feuerſtätte hatten einen und denſelben Endzweck, nemlich mittelſt einer Umgebung von eingeſchloſsner Luft, die Wärme deſto beſſer zuſammenzuhalten, und ihre Entweichung in die Ziegelmaſſe und den daraus folgenden Verluſt zu verhindern.

Eben ſo bediente ich mich der verſchloſſenen Luft, um die Wärme in den Töpfen feſtzuhalten und ihre Entweichung in die Atmoſphäre zu verhindern, indem ich ſie mit doppelten Deckeln bedeckte. Dieſe Deckel (Taf. I. Fig. 4. und 5.)*) waren hohle Kegel aus dünnem verzinnten Eiſenblech, ein Drittel ſo hoch als weit, und die in ihnen enthaltene Luft war durch eine runde, am Boden des Kegels angebrachte Scheibe von verzinntem Eiſenblech ganz eingeſchloſſen. Der Boden des Kegels paſste genau auf den Topf, und vermittelſt

*) Fig. 5. ſtellt dieſen Deckel vor, wie er auf dem Gefäſse ſteht. Damit man das Feuer ſehen kann, iſt ein Theil des Ganzen als herausgebrochen in der Zeichnung vorgeſtellt. Die Höhe dieſes Deckels beträgt nach der Zeichnung die Hälfte ſeines Durchmeſſers; ich habe aber gefunden, daſs ein Drittel dazu hinreichend iſt. *Gr. R.*

eines 2 Zoll breiten Randes, der am Boden des Deckels angelöthet war, und in den Topf hineinging, wurde auch dieſer vollkommen verſchloſſen. Eine Röhre, etwa ½ Zoll im Durchmeſſer, leitet die Dämpfe der kochenden Flüſſigkeit hinaus. Dieſe Röhre ging durch den hohlen Deckel, und war oben und unten ſo feſt an ihn gelöthet, daſs weder die atmoſphäriſche Luft, noch der Dampf, mit der im Deckel eingeſchloſſenen Luft in Berührung kam. — In einigen dieſer Deckel füllte ich die Höhlung des Kegels mit Pelzwerk, doch fand ich nicht, daſs ſie die Wärme beſſer als die mit bloſser Luft gefüllten zurückhielten.

Um die vielen Fremden, die dieſe Küche beſahen, von der Nützlichkeit der doppelten Deckel zu überführen, lieſs ich auf einige Töpfe einfache Deckel von derſelben Art und Geſtalt aufſetzen. Dieſe wurden bald ſo heiſs, daſs man ſie, ohne ſich zu verbrennen, nicht anrühren konnte, welches vom Entweichen der Wärme zeugt. Auf die doppelten Deckel konnte man hingegen die Hand, ſo lange man wollte, halten, ohne die geringſte Unannehmlichkeit zu fühlen. Seit dieſer Zeit iſt der Gebrauch dieſer Deckel, zu meiner Freude, nach und nach allgemeiner geworden.

Manche von den andern Einrichtungen in dieſer Küche war zu zuſammengeſetzt, um eine allgemeine Einführung zuzulaſſen. So wurde, zum Beyſpiel, der von den kochenden Flüſſigkeiten

aufſteigende Dampf durch Röhren in einen groſsen Waſſerbehälter geleitet, der in einer Stube über der Küche ſtand, und durch welchen die Dampfröhren ſich ſpiralförmig durchwanden. Indem der in ihnen befindliche Dampf ſich verdichtete, theilte er dem Waſſer im Behälter ſeine Wärme mit, und dieſes ſo ohne neuen Aufwand von Brennmaterialien gewärmte Waſſer wurde den nächſten Tag zum Kochen gebraucht. Damit dies erwärmte Waſſer ſich während der Nacht nicht abkühlen konnte, ſtand der Behälter in einem noch gröſseren Behälter, und der Zwiſchenraum war mit Wolle ausgefüllt, und um das Abkühlen des Dampfes, während ſeines Durchgangs durch die blechernen Röhren, die ihn von den Töpfen zu dem Waſſerbehälter leiteten, zu verhindern, waren auch dieſe mit Schaaffellen, woran ſich noch die Wolle befand, bekleidet. Durch dieſe Einrichtung wurde die Wärme, welche mit dem Dampf aus den Töpfen ging, den andern Tag wieder in ſie zurückgebracht, und von neuem in Wirkung geſetzt.

Eine andre Vorrichtung diente, den Rauch oder Feuerdampf, nachdem er unter den Töpfen weggegangen war, unter ein groſses kupfernes, mit kaltem Waſſer angefülltes Gefäſs zu leiten, und ſo auch ihn des gröſsten Theils ſeiner noch zurückbehaltnen Wärme zu berauben. Und da ich es für ſehr vortheilhaft hielt, das Holz erſt recht auszutrocknen, ja zu erwärmen, ehe es zum Bren-

nen gebraucht wurde; ſo lieſs ich den Feuerdampf von zwey Töpfen unter eine eiſerne Platte führen, die den Boden eines Backofens ausmachte, worin ſich das für einen Tag nöthige, in kleine Scheitchen geſchnittene Brennholz befand.

In einer *kleineren, dranſtoſsenden Küche*, die blos als ein Modell zur Nachahmung gebaut, und dem Publico zum Beſehen immer offen war, ſtanden fünf Töpſe von verſchiedener Gröſse, die alle von ein und demſelben Feuer geheizt würden, in einem halbrunden Herde von Ziegelſteinen. Der unter ihnen hingegangene Feuerdampf erwärmte denn noch nach Gefallen entweder einen Ofen, oder einen hölzernen Behälter, der grade über dem Herde ſtand und mit Waſſer angefüllt war. Die kupferne, äuſserlich verzinnte und ungefähr 6 Zoll weite Röhre, die den Feuerdampf in den Behälter leitete, war mit dem Boden deſſelben vermittelſt einer runden kupfernen daran gelöteten Platte verbunden, die eine runde Oeffnung des Bodens, von etwas gröſserem Umfang, als die Weite der Röhre, verſchloſs, und an den Boden des Behälters angenagelt war, nachdem man, um die Verbindung waſſerdicht zu machen, einen Pappdeckel dazwiſchen gelegt hatte. Die Röhre theilte ſich, ſobald ſie in den Behälter trat, in drey kleinere Röhren, jede 4 Zoll im Durchmeſſer, welche ein paarmal durch den Behälter, und durch drey verſchiedene Löcher, an dem obern Theil deſſelben, aus ihm heraus gingen, und ſich dann in

einem Kanal, der zum Rauchfang führte, endigten. Die Theilung der Röhren geſchah, um die Oberfläche zu vermehren, durch welche die Wärme des Feuerdampfs dem Waſſer mitgetheilt wurde. Ein zweyter Waſſerbehälter im obern Theile des Gebäudes war mit dieſem untern mittelſt einer bleyernen Röhre ſo verbunden, daſs, wenn man aus dem untern Waſſer herausließs, dieſes ſich ſogleich durch eben ſo viel kaltes Waſſer aus dem obern von ſelbſt erſetzte, bis das Waſſer im untern Behälter wieder ſeine gehörige Höhe erreicht hatte.

Daſs in dieſem hölzernen Behälter das Waſſer zum Kochen gebracht wurde, erregte die Verwunderung aller, die dieſe Küche beſahen. Ich habe mit Willen dieſe vortheilhafte Vorrichtung ſo weitläuftig beſchrieben, damit man ſie, oder irgend eine ähnliche, zu andern nützlichen Endzwecken gebrauchen möge. Denn warum ſollte man die Pfannen, worin in groſsen *Salzwerken* und *Brauereien* groſse Quantitäten Waſſers gekocht oder abgedampft werden, nicht eben ſo gut von Holz verfertigen, und das Waſſer darin, durch hineingeleitete horizontale Röhren von Kupfer oder Eiſen kochen, und abdampfen können?

Zur Bereitung der Suppe, die aus der *groſsen Küche des Induſtrie-Hauſes* den Armen gereicht wurde, muſste das Feuer beynah 5 Stunden brennen; die Suppe ſelbſt muſste 3 Stunden im Kochen erhalten werden. Zur Feuerung nahm man trock-

nes Büchenholz. Die Klafter deſſelben iſt 5′ 8″, 9 engl. Maaſs lang, 5′ 8″, 9 hoch, und 3′ 1″$\frac{1}{3}$ tief, wiegt im Durchſchnitt ohngefähr 2200 Bayerſche Pfunde (2724 ℔. *Avoirdupois*) und koſtet gewöhnlich auf dem Markte 5$\frac{1}{4}$ Gulden.

Das zu der Suppe für 1000 Perſonen täglich verbrauchte Holz betrug ungefähr 300 ℔ Bayer. Gew., oder $\frac{1}{22}$ einer Klafter, und koſtete 43 Kreuzer. Auf die täglichen Feuerungskoſten des Kochens für eine Perſon kommt alſo $\frac{1}{23}$ eines Kreuzers. Sollten dieſe 1000 Armen, wenn man ſie in 200 Familien, jede von 5 Perſonen, vertheilt, dieſelbe Quantität Suppe mit derſelben täglichen Quantität Holz von 300 ℔ in ihren Privatküchen kochen; ſo käme auf jede Familie 1$\frac{1}{2}$ ℔ Holz zum täglichen Verbrauch; alſo müſsten ſie mit einer Klafter von 2200 ℔ 4 Jahre 6 Tage ausweichen können.

Nach den genaueſten Nachforſchungen aber braucht man bey der in den Privatküchen gewöhnlichen Art zu kochen, zu 5 ℔ guter Erbſen-Suppe 15 ℔ trocknes Büchenholz von der beſten Sorte. Statt daſs alſo eine Familie von 5 Perſonen zur Zubereitung ihrer Suppe mit einer Klafter 4 Jahre 6 Tage reichen ſollte, langt ſie damit kaum 5 Monate aus.

Hieraus erhellt, daſs der zur Zubereitung einer gleichen Quantität ein und deſſelben Nahrungsmittels erfoderliche tägliche Holzbedarf der

erſten Küche dieſes Induſtrie-Hauſes, ſich zu dem in den Privatküchen wie 1 zu 10 verhielt. Dieſer groſse Unterſchied iſt indeſs nicht ganz allein der Verſchiedenheit der beiden Feuerungsmethoden, ſondern auch dem Vortheil zuzuſchreiben, daſs je gröſsere Quantitäten von Lebensmitteln man auf einmal zubereitet, deſto kleiner die Quantität des Brennmaterials, die man dazu nöthig hat, und ſchon daher bey einer ins Groſse getriebenen Kocherey die Erſparniſs des Brennmaterials ſehr beträchtlich ſeyn kann.

In der *Küche der Militär-Academie* hatte jedes Kochgefäſs ſeine beſondre Feuerſtätte. Die Deckel waren zwar ebenfalls doppelt, aber der aufſteigende Dampf wurde nicht aufgefangen; weil, wie man in der Küche des Induſtriehauſes bemerkt hatte, der Dampf, und die in ihm enthaltene Wärme ſehr unbeträchtlich ſind, wofern nur das Feuer gehörig regiert, und nicht heftiger wird, als es nöthig iſt, um die Flüſſigkeit ſanft im Kochen zu erhalten. Uebrigens war jede Feuerſtätte mit einem eiſernen Roſte und zwey eiſernen Thüren verſehen, wovon eine den Zugang zum Feuer, die andre das Aſchenloch verſchloſs.

Da ich nachher fand, daſs die erſtere, wodurch man das Holz hineinlegt, ſehr heiſs wurde, und alſo einen beträchtlichen Verluſt an Wärme verurſachte; ſo lieſs ich ſie wegnehmen, und um die Unkoſten doppelter Thüren zu ſparen, an ihrer-

Stelle einen hohlen Cylinder, oder vielmehr einen abgekürzten, hohlen Kegel, von gebranntem Thon anbringen. Dieſer Kegel war 4 Zoll lang; der innere Durchmeſſer ſeiner Grundfläche betrug 6, des obern Endes $5\frac{1}{2}$ Zoll, die äuſsern 8 und $7\frac{1}{2}$ Zoll. Durch dieſen hohlen Kegel, der in die zur Feuerſtätte führende Oeffnung ſo hineingeſetzt, und durch Mörtel in der Maſſe des Herds befeſtigt wurde, daſs ſeine Achſe ſich in horizontaler Lage und ſeine weitere Grundfläche nach auſsen zu befand, brachte man das Holz in die Feuerſtätte. Dieſe Oeffnung wurde mit einem paſſenden Stöpſel von Thon oder irdner Waare verſtopft. Da Thon ein ſchlechter Wärmeleiter iſt, ſo verminderte ſich dadurch der Verluſt an Wärme beträchtlich. Um dieſe Einrichtung mehr zu vereinfachen, wurde darauf ſtatt des hohlen Kegels eine Thon-Platte, 10 Zoll ins Gevierte und $2\frac{1}{2}$ Zoll dick, angebracht, mit einer koniſchen Oeffnung in ihrem Mittelpuncte, deren äuſserer Durchmeſſer 6 und der innere $5\frac{1}{2}$ Zoll betrug, und die durch einen paſſenden irdenen Stöpſel verſchloſſen werden konnte. (Taf. I. Fig. 6, 7, 8.) Solch eine irdne Platte iſt dem hohlen Cylinder vorzuziehn, weil ſie wohlfeiler und ſtärker, alſo dauerhafter iſt, und wegen ihrer Form leichter und beſſer an der Maſſe des Herdes befeſtigt werden kann. Ich lieſs auch einige ſolche Platten und Stöpſel von Sandſtein verfertigen; ſie kamen aber viel theurer, als die von gebrannter Thonerde zu ſtehn, und haben keine Vorzüge vor dieſen. Damit der Stöpſel genau in die Oeffnung

paſſe, (welches, wie man nachher ſehn wird, ſehr nöthig iſt) muſs er vermittelſt naſſen Sandes in dieſelbe eingerieben werden.

Um über die Luft, die durch das Aſchenloch in die Feuerſtäte dringt, völlig Herr zu ſeyn, und mehr oder weniger von ihr hineinlaſſen, oder ſie ganz ausſchlieſsen zu können, trug ich Sorge, daſs die Thüre deſſelben genau an ihre Einfaſſung paſste, und um der Luft einen Durchweg zu geben, lieſs ich ſie in ihrer Mitte mit einer halbrunden Oeffnung verſehn, die mit einem Regiſter verſchloſſen werden konnte*). Dieſe Vorkehrung iſt bey allen wohl eingerichteten, ſowohl groſsen als kleinen Feuerſtäten, unumgänglich nöthig.

---

6) *Verſuche über Kochgefäſse und Feuerſtäte in den vorhin beſchriebnen Küchen zu München.*

Da ich vorher ſah, daſs ich bey meinen Unterſuchungen über die Wärme viele Verſuche mit kochenden Flüſſigkeiten würde machen müſſen; ſo ſetzte ich mir vorher Tabellen auf, die ich drucken lieſs, und unter deren Rubriken ich ſogleich jeden dabei vorkommenden Umſtand bemerken konnte:

Folgendes iſt ein Muſter einer ſolchen Tabelle, worin die Reſultate eines Verſuchs verzeichnet ſind.

Ein

*) Siehe Ann. d. Phyſik III. 314.

Ein Verſuch über die Regierun[g] des Feuers im Proceſs des Kochens; [g]emacht zu München in einem kurf. Brauhauſe, den 15ten April 1795.

Tages-Zeit		Angelegtes Holz: Anzahl d. Scheite	Angelegtes Holz: Quantität dem Gewichte nach	Temperatur der Flüſſigk.	Die im Keſſel enthaltene Flüſſigkeit: Art	Maaſs	Gewicht
9 St.	15	29	100 ℔	60°	(Waſſer)	6984	12508 ℔
—	30	6	50	70°			
—	41	6	50	—			
10	5	7	50	92°			
—	25	7	50	105°			
—	46	7	50	120°			
11	0	7	50	130°			
—	15	7	50	—			
—	26	8	50	145°			
—	43	7	50	155°			
—	50	7	50	163°			
2	5	8	50	173°			
—	17	7	50	183°			
—	31	15	100	192°			
—	55	—	—	(kochte)			
1	38	7	50	—			
2	3	7	50	—			
3	38	—	—	(hörte zu kochen auf)			

Höhe des Barometers, $26\frac{5}{12}$ Zoll, des Thermometers 58°

Gröſse des Keſſels.

Durchmeſſer { oberer — oder Länge 10 Fuſs; unterer — Breite 8 Fuſs

Tiefe, 4 Fuſs. — beſtehend aus (Kupfer), und wog (nicht bekannt); faſste 8176 Maaſs Waſſer, wiegend 14643 ℔.

Art des gebrauchten Brennmaterials.

(mäſsig getrocknetes Fichtenholz zu 6 Fuſs langen Stücken.)

Reſultate des Verſuchs.

Zeit, bis die Flüſſigkeit kochte, — [3 St. 40′]

Das bis dahin verbrauchte Brennmaterial, [800] ℔

Das { Zeit des fortgeſetzten Kochens, — 2 St. 43′
dazu nachgelegte Holz — — 100 ℔

Quantität deſſen, was von der Flüſſigkeit verdampfte, (nicht beachtet)

Genaueſtes Reſultat.

Die aus 1 ℔ des Brennmaterials erzeugte Wärme brachte von eiskaltem Waſſer zum Kochen [13,23 ℔] oder erhielt von kochendheiſsem Waſſer eine Stunde lang im Kochen. [339,80 ℔]

Die Zahlen und Wörter, die in Klammern eingeſchloſſen ſind, wurden hineingeſchrieben, das übrige iſt in die Tabelle gedruckt.

Die Höhe des *Barometers* iſt hier nach Pariſer Zoll, der Thermometerſtand nach der Fahrenheitſchen Scale, und alles übrige nach Bayriſchem Maaſs und Gewichte beſtimmt, wovon 100 ℔ gleich ſind 123,84 ℔ *Avoirdupois.* Zur beſſern Verſtändigung deſſen, was ich unter der Rubrik, Genaueſtes Reſultat, verſtehe, diene folgendes:

Da ich oft die Reſultate der Verſuche vergleichen muſste, die zu verſchiedenen Tages- und Jahreszeiten waren angeſtellt worden, wo die Temperatur des Waſſers beym Einfüllen ungleich war, und der Grad der Wärme, der zum kochen erforderlich iſt, ſich überdem nach der Verſchiedenheit des Drucks der Atmoſphäre, oder des Barometerſtands, richtet; ſo war es nöthig, dieſe Unterſchiede in Anſchlag zu bringen. Deshalb berechnete ich aus der Anzahl der Grade, die das Waſſer wirklich erwärmt war, und aus der dazu gebrauchten Quantität des Brennmaterials, wie viel von dem Brennmaterial nöthig geweſen wäre, es um 180°, oder vom Gefrierpunkt bis zum Siedepunkt zu erwärmen, (den Siedepunkt unter dem mittlern Druck der Atmoſphäre auf der Meeresfläche, bey 212° nach Fahrenheits Thermometer geſetzt,) und daraus lieſs ſich leicht die Quantität des eiskalten Waſſers, die 1 ℔ des Brennmaterials bey dem mittlern Druck der Atmoſphäre zum kochen gebracht hätte, berechnen.

München, wo alle dieſe Verſuche angeſtellt ſind, liegt ſehr hoch, und die mittlere Barometerhöhe iſt ungefähr nur 28 Engliſche Zoll. Folglich kocht hier das Waſſer bey einer niedrigern Temperatur, als zu London. Der Unterſchied beträgt $2\frac{1}{2}$° F.; indem es in München gewöhnlich bey $209\frac{1}{2}$° kocht, ſtatt daſs es in allen Oertern, die in gleicher Höhe mit der Seefläche liegen, erſt bis 212° kocht.

Unter der Rubrik, *genaueſtes Reſultat*, ſteht noch zuweilen eine andre Berechnung, nemlich wie viel kochendheiſses Waſſer mit 1 ℔ des Brennmaterials während einer Stunde hätte im Kochen erhalten werden können. Ob ich gleich dieſes ein genaues Reſultat genannt habe, ſo iſt es doch klar, daſs es in den meiſten Fällen nicht als ganz genau kann angeſehn werden, da es zu ſchwierig iſt, die in der Feuerſtäte befindliche Quantität des Brennmaterials zu ſchätzen, die in dem Augenblick, da das Waſſer zu kochen anfängt, noch unverzehrt iſt. Bey dem in der Tabelle angeführten Verſuche nahm ich an, daſs das in der Feuerſtäte befindliche noch unverzehrte Holz das zu kochen beginnende Waſſer noch 45. Minuten im Kochen hätte erhalten können. (?) Bey den nachfolgenden Verſuchen hab ich das in der Feuerſtäte befindliche Holz, als das Waſſer zu kochen anfing, immer für ganz verzehrt angenommen, und blos die nach-

her nachgelegte Quantität des Holzes in Anſchlag gebracht.

Die folgenden Verſuche ſind nur ein geringer Theil von denen, die ich während der letzten 7 Jahre über die Wärme theils ſelbſt anſtellte, theils unter meiner Direction anſtellen lieſs. Wollte ich ſie alle im Detail bekannt machen, wie ſie in dem darüber geführten Protokoll aufgezeichnet ſind, ſo würden ſie mehrere Bände füllen. Es war ein Glück für mich, daſs dieſes Protokoll ſo bänderreich iſt. Sonſt würde ich es wahrſcheinlich mit mir nach England gebracht, und es hier mit meinen übrigen Papieren verlohren haben, die mir bey meiner Rückkunft nach einer eilfjährigen Abweſenheit auf dem St. Paulskirchhofe entwendet wurden.

Verſuch 5. *u.* 6. Bey der erſten, umſtändlich beſchriebnen Einrichtung der *groſsen Küche des Induſtriehauſes* zu München, brauchte man, wie wir geſehn haben (S. 86), um für 1000 Menſchen Erbſenſuppe zu kochen, 300 ℔ trocknes Büchenholz, und es kam alſo auf jede Portion, die 1 ℔ wog, 0,3 ℔ Holz.

Die Küche bekam nachher eine ganz andre Einrichtung. Statt der kupfernen Keſſel würden eiſerne in Geſtalt einer Halbkugel genommen, und jeder erhielt ſeine eigne, abgeſonderte und verſchloſſene Feuerſtelle, in der er vermittelſt ſeines

Randes ſchwebend hing, ſo daſs die Flamme rund umher ſpielen konnte. Der Rauch ſtieg in den Schornſtein durch einen horizontalen, 5 Zoll breiten und eben ſo hohen Kanal, der ſich im Mauerwerk des Herdes befand, und in die Feuerſtätte an der entgegengeſetzten Seite ſich öffnete, als wo die Oeffnung zum Hereinlegen des Holzes angebracht war. Das Feuer brannte auf einem flachen eiſernen Roſte, der grade unter dem Boden des Gefäſses in einer Entfernung von ohngefähr 12 Zoll befeſtigt war. Die Aſchenloch-Thüre hatte ein Regiſter; aber der Rauchkanal keine Klappe, welches ein groſser Fehler war. Den Zugang zur Feuerſtätte verſchloſs eine eiſerne Thüre. Jedes eiſerne Gefäſs wog ungefähr 148 ℔, *Avoirdupois* Gewicht; hatte $25\frac{3}{4}$ engliſche Zoll im Durchmeſſer, 14,935 in der Tieſe, und enthielt $190\frac{1}{2}$ ℔ Waſſer, nach Bayerſchem Gewicht; welches nach *Avoirdupois* Gew. 235, 91 ℔, oder ungefähr $28\frac{1}{4}$ Engliſche Wein-Gallonen beträgt.

Um an einem dieſer Gefäſse 89 Portionen (oder 89 ℔ Bayerſch G.) Erbſenſuppe zuzubereiten, brauchte man 43 ℔ trocknes Büchenholz; und die dazu nöthige Zeit war $4\frac{1}{2}$ Stunde. Auf jedes ℔ Suppe kam alſo 0,483 ℔ Holz. Bey der erſten Einrichtung der Küche brauchte man zu 1 ℔ Suppe nur 0,3 ℔ Holz; alſo war in Rückſicht der Oekonomie des Brennmaterials die Küche durch dieſe Abänderung nicht verbeſſert worden. Das war indeſs auch nicht meine Abſicht; denn

ich traf dieſe Abänderungen blos, um die Holz-Verſchwendung, bey den gewöhnlichen ins Groſse getriebnen Koch-Proceſſen, genauer beſtimmen zu können.

Folgender Verſuch wurde angeſtellt, um zu entdecken, *in wie weit die nöthige Quantität des Brennmaterials von der Geſtalt der Feuerſtätte abhängt.*

Verſuch 7 u. 8. Ich wählte dazu zwey von den eiſernen Kochkeſſeln aus der Küche des Induſtriehauſes, die ſich in aller Rückſicht gleich waren, nahm einen aus dem Mauerwerke heraus, und veränderte ſeine Feuerſtelle nach verbeſſerten Grundſätzen. Ich lieſs nemlich einen runden, ausgehöhlten Roſt 12 Zoll im Durchmeſſer einſetzen, und die Feuerſtätte oberhalb des Roſtes cylindriſch und ebenfalls nur 12 Zoll im Durchmeſſer bilden. Oben auf dieſe cylindriſche Feuerſtätte wurde das Kochgefäſs geſtellt. Die Flamme ging durch eine kleine Oeffnung, die an der einen Seite der Feuerſtätte, gegen das obre Ende zu, angebracht war, heraus, machte einen vollkommnen Umlauf um das Kochgefäſs, und ging dann in den Kanal, der den Rauch zum Schornſtein führte. Der Rauchkanal hatte zwar keine Klappe, aber die Oeffnung, wodurch er mit dem Raume, worin das Kochgefäſs ſich befand, in Verbindung ſtand, war ziemlich eng, ſo daſs dieſe Einrichtung einigermaſsen die Stelle einer Klappe vertrat. Bey dieſer Einrichtung wurden nur 14 ℔ trocknes Fichtenholz gebraucht, um

in ein und demſelben Keſſel, wie vorhin, 89 ℔ Erbſenſuppe zuzubereiten, da bey der erſten Art der Feuerſtätte 37 ℔ deſſelben Holzes dazu verbraucht waren.

Verſuch 9. *u.* 10. Derſelbe Verſuch wurde mit Fichtenholz wiederholt, das man zuvor nicht getrocknet hatte. In der alten Feuerſtätte brauchte ich davon 39 ℔, in der verbeſſerten 16 ℔.

Vergleicht man dieſe Verſuche mit dem ſechſten, ſo erhellet *erſtlich*; daſs *Fichtenholz* mehr Wärme giebt, als *büchenes*. Dies Reſultat iſt um deſto wichtiger, da es ganz gegen die herrſchende Meinung iſt, und da in den meiſten Gegenden das Fichtenholz nur halb ſo viel als büchenes koſtet, wenn die Quantitäten dem Gewichte nach gleich ſind. Dieſe Thatſache habe ich in unzähligen Verſuchen bewährt gefunden.

Zweytens ſieht man aus dieſen Verſuchen, wie ſehr die Einrichtung der Feuerſtätte auf die Vermehrung der Wärme, oder was eins iſt, auf die Erſparung des Holzes Einfluſs hat. Es iſt daher kein geringer Vortheil, den meine neuen Feuerſtätte darbieten, daſs dadurch die Vorzüglichkeit der gemeinſten und wohlfeilſten Holzart ſo viel als möglich noch vermehrt wird.

Endlich iſt aus dieſen Verſuchen auch klar, daſs es vortheilhafter iſt, *ganz trocknes*, in einem Ofen vorher gedörrtes Holz, und nicht ſo, wie

man es gewöhnlich erhält, zu brennen. Doch läſst ſich das Verhältniſs des Vortheils nicht genau aus dieſem Verſuche folgern; ſonſt hätte ich das trockne Holz, ehr es im Ofen gedörrt wurde, wiegen müſſen, und nicht nachher, wie ich es gethan habe.

Um noch genauer zu erfahren, wie viel Einfluſs die Geſtalt der Feuerſtätte auf die Holzerſparung hat, nahm ich von Zeit zu Zeit Verbeſſerungen mit den Küchen vor, und bemerkte ſorgfältig den Gewinn, den jede Veränderung darbot.

Nach der erſten Einrichtung der *Küche der Militärakademie* (S. 90), wurden die Kochgefäſse mittelſt ihrer Ränder in das Mauerwerk des Herdes ſchwebend aufgehangen, ſo daſs die Flamme frey um ſie herum ſpielen konnte. Der Rauch ging durch einen horizontalen Kanal ohne Klappe fort. Das Feuer brannte auf einem flachen und viereckigen eiſernen Roſte, und der innre Durchmeſſer der Feuerſtätte war um 2 oder 3 Zoll gröſser, als der des darin befindlichen Kochgefäſses. Je nachdem des Kochgefäſs gröſser war, hing der Boden 6 bis 12 Zoll über der Fläche des Roſtes, und die Thüre, durch die man das Holz in die Feuerſtätte legte, wurde beſtändig verſchloſſen gehalten. Die Thüre des Aſchenlochs hatte ein Regiſter und jedes Kochgefäſs einen doppelten Deckel.

Nachdem ich über die Zeit des Kochens und die dazu nöthige Quantität des Brennmaterials

bey dieſer Einrichtung genaue Verſuche angeſtellt hatte, lieſs ich die Küche nach beſſern Grundſätzen umbauen. Das Feuer brannte nun auf einem runden, ausgehöhlten, eiſernen Roſte, deſſen Durchmeſſer ungefähr halb ſo groſs, als der des Kochgefäſses war. Die Feuerſtätte darunter war eine cylindriſche Höhlung von demſelben Durchmeſſer im feſten Mauerwerke 6 bis 10 Zoll tief nach der Gröſse des Kochgefäſses. An einer Seite hatte ſie oben eine kleine Oeffnung von 4 bis 5 Zoll horizontaler Länge, und 2 oder 3 Zoll Höhe, aus welcher die Flamme, die unter der Mitte des Kochgefäſses brannte, heraus ſchlug, dann in einem ſpiralförmigen Kanale unter dem über der cylindriſchen Höhlung hervorragenden Theile vom Boden des Kochgefäſses fortlief, und nachdem ſie das Gefäſs rings umlaufen hatte, in einem horizontalen Kanale, der mit einer Klappe verſehen war, in den Schornſtein trat.

Die Wand der Feuerſtätte war gegen oben zu nur ungefähr $\frac{1}{2}$ Zoll dick, damit ſie vom Boden des darüber ſtehenden Kochgefäſses nur den möglichſt kleinſten Theil bedeckte.

Die Oeffnung, wodurch das Holz in die Feuerſtätte kam, war ein kegelförmiges Loch in einem eingeſetzten Feuerſtein, welches ein genau paſſender Stöpſel von demſelben Steine verſchloſs. Die Aſchenlochthüre und das Regiſter derſelben paſsten mit ſolcher Genauigkeit, daſs, wenn man ſie verſchloſs, das Feuer augenblicklich verloſch.

Das Kochgefäſs, das zu den folgenden Verſuchen diente, hatte oben 14,935, unten 13,39 engl.

Zoll im Durchmeſſer, und eine Tiefe von 14,52 Zoll, wog 37 ℔ Av. d. p., und hielt, ganz voll gefüllt, ungefähr 73 ℔ Waſſer, oder 8¾ Gallonen (Wein-Maaſs).

Die Reſultate zweier Verſuche, die ich ſelbſt mit der gröſsten Aufmerkſamkeit auf alle Umſtände anſtellte, um ſie ſo genau als möglich zu haben, waren folgende:

	Verſ. 11 *Erſte Feuerſtätte*	*Verſ.* 12 *Verbeſſerte Feuerſtätte*
Quantität des eingefüllten Waſſers - - -	43,63 *B.* ℔	43,63 *Bay.* ℔
Temperatur des hineingethanen Waſſers - -	59° *F.*	60° *F.*
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing - - -	67 *Min.*	30 *Min.*
Das bis dahin verzehrte Holz	9 *B.* ℔	3 *Bay.* ℔
Zeit des fortgeſetzten Kochens	2 *St.* 2 *Min.*	3 *St.*
Das hierbey nachgelegte Fichtenholz - -	5 ℔	2½ ℔
Genaueſte Reſultate:		
1 ℔ *Holz brachte von eiskaltem Waſſer zu* 180° *oder zum Kochen* -	4,02 ℔	11,93 ℔
1 ℔ *Holz unterhielt in* 1 *St. von ſolchem Waſſer im Kochen*	17,74 ℔	52,36 ℔

Darauf wurden zwey kupferne Kochgefäſse genommen, deren jedes 62 ℔ Avd. wog, von folgender Gröſse:

		Erſtes Kochgefäſs	*Zweites Kochgef.*
		Zoll	*Zoll*
Durchmeſſer	*oberer*	22,66	22,66
	unterer	19,82	20,85
Tiefe - -		24,72	22,04

Jedes enthielt genau 95 Bayerſche Maaſse Waſſer, 187 Bay. ℔ (232,58 ℔ Avdp.) ſchwer, oder

etwas weniger als 28 engl. Gallonen, und hatten doppelte Deckel. Die Roſte, auf denen das Feuer unter den beiden Gefäſsen brannte, waren rund, ausgehöhlt, und jeder 11 Zoll im Durchmeſſer: ihre Feuerſtätte war in jeder Rückſicht gleich; ſo eingerichtet, wie die bey Verſuch 11.

Verſuche mit dem erſten dieſer beiden Gefäſse:

	13 *Verſ.*	14 *Verſ.*	15 *Verſ.*	16 *Verſ.*
Menge d. hineingethanen Waſſers	187 ℔	187 ℔	187 ℔	187 *Bay.* ℔
Anfängliche Temperatur des Waſſers	61°	59°	64°	55½°
Zeit, bis d. Waſſer zu kochen anfing	78 *Min.*	61 *Min.*	61 *Min.*	62 *Min.*
Das bis dahin verbrauchte Holz	12 ℔	11 ℔	9 ℔	8 ℔
Zeit des fortgeſetzten Kochens	17 *Min.*	28 *Min.*	6 *Min.*	2 *St.* 19 *Min.*
Das dazu noch angelegte Holz				4 ℔
Arten des Holzes	Büchen	Büchen	Fichten	Fichten
Genaueſtes Reſultat.				
Die durch das Verbrennen v. 1 ℔ Holz erzeugte Wärme brachte von eiskaltem Waſſer zum Kochen	12,89 ℔	14,15 ℔	16,89 ℔	20 ℔
Die Wärme von 1 ℔ Holz hielt v. kochendem Waſſer eine Stunde im Kochen	—	—	—	108,40 ℔

Verſuche mit dem zweiten Kochgefäſse.

	17 *Verſ.*	18 *Verſ.*	19 *Verſ.*	20 *Verſ.*	21 *Verſ.*
Quantität des anfänglich eingefüllten Waſſers - - - - -	187 ℔	187 ℔	187 ℔	187 ℔	187 *Bay.* ℔
Temperatur des Waſſers, beym Einfüllen - - - -	61°	58°	60°	55°	212°
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing - - - -	75 *Min.*	55 *Min*	57 *Min.*	60 *Min.*	—
Das bis dahin verbrauchte Holz	11 ℔	11 ℔	9 ℔	8 ℔	—
Zeit des fortgeſetzten Kochens	21 *Min*	17 *Min.*	8 Min.	2 *St.* 29 *Min.*	1 *St.* 10 *Min.*
Das dabey zugelegte Holz	1 ℔	—	—	$3\frac{1}{2}$ ℔	$1\frac{1}{2}$ ℔
Arten des gebrauchten Holzes	*Büchen*	*Büchen*	*Fichten*	*Fichten*	*Büchen*
Genaueſte Reſultate:					
Mit 1 ℔ *Holz von eiskaltem Waſſer zum Kochen gebracht*	13,92 ℔	14,33 ℔	17,59 ℔	20,10 ℔	—
Mit 1 ℔ *Holz von kochendheiſsem Waſſer* 1 *St. im Kochen erhalten*	—	—	—	132,68 ℔	145,44 ℔.

Dieſe Verſuche und die vorigen wurden alle den 13ten Oct. 1794 *in der angeführten Ordnung* gemacht. Die Erſparniſs des Brenn-

materials, beym 20ſten Verſuche, iſt die gröſste, die ich je beym Erwärmen des Waſſers bis zum Kochen erlangt habe.

In den folgenden Verſuchen, die ich mit einem gröſseren kupfernen Kochgefäſse anſtellte, das nach meinen beſten Einſichten verfertigt war, war die Erſparung des Brennmaterials beynah dieſelbe. Dieſes Kochgefäſs iſt rund und hat oben $42\frac{1}{2}$, unten 42,17 Zoll im Durchmeſſer, und eine Tiefe von 18,54 Engliſchen Zollen. Es wiegt $78\frac{1}{2}$ ℔ Avd. und hält, ganz vollgefüllt, 714 ℔ Bayerſch. Gew. (884 ℔ Avd, oder 106 Gallonen) Waſſer, in der Temperatur von 55°.

Oberwärts iſt es mit einer hölzernen ungefähr 2 Zoll dicken Einfaſſung umgeben, in die es genau einpaſst, und in welche, in einem ungefähr $\frac{3}{4}$ Zoll tiefen Einſchnitte, ein runder, flacher, hölzerner Deckel eingefalzt iſt. Dieſer Deckel beſteht aus drei Stücken, die vermittelſt eiſerner Charniere zuſammenhängen; eins derſelben iſt mit Haken an das Kochgefäſs befeſtigt, die andern können gelegentlich darauf zurückgeſchlagen werden. Aus dem am Gefäſse befeſtigten Deckelſtücke ſteigt eine zinnerne, 2 Zoll weite, mit einer Klappe verſehene Röhre hervor, durch die der Dampf in eine enge hölzerne Röhre, und daraus, durch eine Oeffnung im Dach, ins Freie geleitet wird. Dieſer hölzerne Deckel des Kochgefäſses wird gelegentlich mit einem runden Stück Tuch überworfen, das ganz in ſtarke Leinewand

eingeſchlagen iſt, um die Wärme noch beſſer zurück zu halten.

Obgleich der untre Durchmeſſer dieſes Gefäſses über 40 Zoll hat, ſo beträgt doch der Durchmeſſer ſeiner Feuerſtelle, die grade unter dem Mittelpunct iſt, nicht mehr als 11 Zoll; da aber die Flamme vermittelſt eines ſpiralförmigen Kanals zweimal vollkommen unter dem Boden, und einmal rund um die Seiten des Gefäſses fortläuft, ſo iſt die zur Heizung deſſelben erforderliche Zeit nicht ſo groſs, als man nach der Kleinheit der Feuerſtelle vermuthen möchte. Man bediente ſich bey den folgenden Verſuchen mäſsig gedörrten Fichtenholzes, in 6 Zoll langen, und 1 bis 2 Zoll dicken Scheitchen.

Verſuche damit.	22 Verſ	23 Verſ	24 Verſ.	25 Verſ.	26 Verſ.
Quantität des eingefüllten Waſſers	508 ℔	127 ℔	254 ℔	508 ℔	508 Bay. ℔
Temperatur des Waſſers beym Einfüllen	48°	48°	96°	48°	48°
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing	2 St. 4 Min.	51 Min.	1 St. 15 Min.	2 St. 35 Mi.	3 St. 1 Min.
Das bis dahin verbrauchte Holz	24 $\frac{1}{3}$ ℔	8 $\frac{1}{4}$ ℔	12 $\frac{3}{4}$ ℔	25 ℔.	24 ℔
Zeit des fortgeſetzten Kochens	3 St.	—	—	3 St.	—
Das hierzu verbrauchte Holz	6 $\frac{1}{3}$ $\frac{2}{2}$ ℔	—	—	4 $\frac{1}{2}$ ℔	—
Genauſte Reſultate:					
1 ℔ Holz brachte alſo von eiskaltem Waſſer zum Kochen	18,87 ℔	12,74 ℔	12,69 ℔	17,48 ℔	19,01 ℔
1 ℔ Holz erhielt von kochendheiſsem Waſſer 1 Stunde im Kochen	236,61 ℔	—	—	338,66 ℔	—

Ich enthalte mich aller Bemerkungen über dieſe Verſuche, ungeachtet ſie auf intereſſante Folgerungen führen, und wende mich dafür zu einer andern Reihe von Verſuchen, *mit Braukeſſeln*, welche noch mehr ins Groſse gingen, und zur *Beſchreibung von Muſtern für Feuerungsanſtalten verſchiedner Art.*

VI.

GESETZE

für die Stärke der Schallſortpflanzung durch feſte und flüſſige Stoffe

von

L. A. v. Arnim,

(Nachſchrift zu Perolle's Abhandlung Ann. d. Ph. III. 167. f.)

Nachdem ich in einem Aufſatze über den Unterſchied zwiſchen Schall, Ton und Klang bewieſen hatte, daſs die Fortpflanzung des Schalls durch einen feſten Körper nur in ſo fern erfolge, als dieſer ſelbſt in eine ſchallende elaſtiſche Schwingung geſetzt werde *), daſs ferner Elaſticität und elaſtiſche Schwingung nur durch Cohärenz (Elaſticität ſowohl wie Cohärenz in dem dort beſtimmten Sinne) möglich ſey **); ſo lieſs ſich allgemein daraus folgern, daſs auch die Stärke der Schallfortpflanzung durch verſchiedenartige Körper, mit ihrer Cohärenz im Verhältniſs ſtehen müſſe. Aus Mangel an Verſuchen wagte ich damals nicht weiter zu gehen. Perolle's Verſuche haben dieſem Mangel abgeholfen, und ich darf ihnen um ſo eher trauen, da er bey der Anſtellung derſelben keinen vorgefaſsten Geſichtspunct gehabt zu haben ſcheint, auch keine Folgerungen daraus gemacht hat.

Dieſes Geſetz: *Daſs die Stärke der Schallfortpflanzung durch verſchiedenartige homogene, feſte Stoffe in dem Verhältniſſe ihrer Cohärenzen ſteht*, läſst ſich am ſicherſten an ſo homogenen Stoffen, wie die Metalle prüfen.

Folge

*) *Verſuch einer Theorie der elektriſchen Erſcheinungen, Halle 99. S. 146.*

**) *Daſ. S. 81.*

Folge nach der Cohärenz, nach Sickingen's*) und Muſſchenbroeks**) Verſuchen		Folge nach der Stärke der Schallfortpflanzung nach Perolle's Vrſ. (A.d.Ph.III.170.)
Sickingen	Eiſen	Eiſen
—	Kupfer	Kupfer
—	Silber	Silber
—	Gold	Gold
Muſſchenbrock	Zinn	Zinn
—	Bley	Bley

Hier ſtimmt die Erfahrung mit der Theorie vollkommen überein; ein Erfolg, der nicht wenig Zutrauen zur weiteren Ausdehnung derſelben einflöſsen muſs. Zwar kann jenes Geſetz eigentlich auf *Holzarten* nicht ausgedehnt werden, da dieſe keine homogene Stoffe ſind; doch findet man auch eine Beſtätigung an dem Fichten- und Tannenholze, welches in ſeiner ganzen Structur ſehr miteinander übereinſtimmt. Jenes wurde Muſſchenbroeks Verſuchen zufolge durch 550 ℔, dieſes erſt durch 600 ℔ getrennt, und welche Vorzüge hat dieſes nicht vor jenem zu Reſonanzböden.

Eben ſo ſchön ſtimmt die Folge der *Schnüre* verſchiedener Art mit dem Geſetze überein. Perolle giebt ihnen folgende Ordnung in der Schalleitung: Darmſaite, Haar, Seide, Hanf, Wolle, Baumwolle. (A. III. 170.) Zwar haben wir keine genaue vergleichende Verſuche in Rückſicht ihrer Cohärenz, aber die tägliche Erfahrung hat uns darüber hinlänglich belehrt, und ich glaube nicht, daſs dieſe, auſser bey der Wolle und Baumwolle, die ihre Stellen vertauſchen müſſen, etwas dagegen zu erinnern hätte.

So verſchieden die Schallfortpflanzung durch flüſſige und feſte Körper iſt, da dieſe in eine elaſtiſche Schwingung geſetzt werden, jene hingegen eine

*) *Verſuche über die Platina. Mannheim* 1782. *Annalen der Phyſik* I B. S. 371.

**) *Introd. ad phil. nat.* T. I. p. 417.

Bewegung empfangen und fortpflanzen *), (die aber nur bis zu einer gewiſſen Weite annehmbar iſt,) eben ſo verſchieden wird auch das Geſetz für die Stärke des Schalles in den *flüſſigen Körpern* ſeyn. Da die Gröſse der Bewegung im Allgemeinen, und ſo auch hier der Bewegung der Flüſſigkeit, dem Producte aus der Maſſe und der Geſchwindigkeit gleich iſt, ſo werden auch die Gröſsen der Bewegung verſchiedener Flüſſigkeiten, welche durch gleiche Urſachen (den Schlag der Lappen gegen die Zähne des Steigrads in der Uhr, bey Perolles Verſuchen,) in Bewegung geſetzt werden, ſich wie dieſe Producte verhalten. Sobald aber dieſe Flüſſigkeiten nicht ſelbſt, auf eine wahrnehmbare verſchiedene Art, mit der Geſchwindigkeit des Schlags, den Ton deſſelben verändern; ſo werden die Geſchwindigkeiten in beiden Producten, da die Uhr von gleichen Kräften bewegt wird, gleich ſeyn: die Gröſsen der Bewegung werden ſich daher verhalten wie die Maſſen. Da ferner die Oberfläche der Uhr, alſo die Volumina der bewegten Flüſſigkeiten gleich ſind; *ſo werden ſich die Gröſsen der Bewegung verſchiedener Flüſſigkeiten unter den angegebenen Umſtänden wie die ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkeiten verhalten.*

Hier finden wir wiederum die ſchönſte Uebereinſtimmung mit der Erfahrung, aus der Prieſtley **) für luftförmige Flüſſigkeiten ſchon *denſelben* Schluſs zog. Auch Perolle's Verſuche ***) beſtätigen es, doch mit Ausnahme des Kohlenſaurengas. Auf die Vergleichung der Stärke des Schalls in luftförmigen und tropfbarflüſſigen Körpern läſst ſich jenes Geſetz nicht unmittelbar anwenden, da aus Perolle's Verſuchen, (Ann. III. 172,) nach welchen ſie nicht blos

*) *Aus dieſem Unterſchiede läſst es ſich erklären, warum flüſſige Körper keine Reſonanz geben, und warum Töne, die wir durch Stäbe, wie Perolle in jener Abhandlung, dem Ohre wahrnehmbar machen, dadurch eine gewiſſe Dauer erhalten, die vom ſchallenden Körper ſelbſt nicht herkommt.* A.

**) *Verſuche und Beobachtungen u. ſ. w. Wien 1782. II Th. S. 241.*

***) *Annal. d. Phyſik III. 197.*

die Stärke des Tons, ſondern auch den Ton ſelbſt verwandeln, hervorgeht, daſs ſie die Geſchwindigkeit der Schwingungen der Uhr verändern, und zwar beträchtlich verzögern (?) Am wenigſten würden uns aber Perolle's Verſuche zu dieſer Vergleichung genügen, da dort nicht die ganze Entfernung von dem Beobachter bis zur Uhr, mit der unterſuchten tropfbaren Flüſſigkeit, wie vorher mit atmoſphäriſcher Luft, gefüllt war, ſondern nur der Zwiſchenraum zwiſchen der Uhr und dem Glaſe, worin ſie lag. Ungeachtet dieſer beiden entgegenwirkenden Urſachen verſchwand doch der Ton in der Luft bey einer Entfernung von 8, hingegen im Waſſer erſt bey einer Entfernung von 20 Fuſs. Die Folge der tropfbar flüſſigen Stoffe unter ſich, ſtimmt wiederum ſehr gut mit dem Geſetze überein:

Folge nach Perolle's Verſuchen	*Specifiſche Gewichte nach Muſſchenbroek*
Waſſer	1,000
Oehl	0,913
Terpentinöhl	0,792
Weingeiſt)*	0,791

Am Schluſſe noch ein paar Erfahrungen von *Zanetti* und mir. Er fand, ganz jenem Geſetze gemäſs, daſs der Ton in einem offenen Gefäſse, deſſen Luft erwärmt, wo alſo ohne die abſolute Expanſion zu ändern, das ſpecifiſche Gewicht vermindert wurde, viel ſchwächer war (*Hawksbee exper. T. II. p.* 323.). Zur Prüfung des Geſetzes für feſte Körper machte ich den Verſuch, nachdem ich beide Ohren verſtopft und die Verbindung mit einer Taſchenuhr durch einen dünnen Meſſingdraht gemacht hatte, dieſen bis zum Glühen durch ein untergeſetztes Licht zu erhitzen. Der Ton wurde dadurch ſehr geſchwächt, und ich konnte die einzelnen Anſchläge der Spindellappen kaum mehr unterſcheiden, bis endlich der Draht riſs. Ich habe dieſen Verſuch einigemal wiederholt, und er beſtätigt ebenfalls das vorſtehende Geſetz.

*) *Durch einen Druckfehler ſteht dort beym Weingeiſte 21 ſtatt 12 Fuſs Entfernung.*

VI.

ENTBEHRLICHKEIT des *Venturiſchen Princips.*

Aus einem Briefe
des Prof. Busse
an den Herausgeber.

Seit mehrern Jahren ſchon habe ich mich nicht erwehren können zu behaupten, daſs bey gleicher Kraft vor dem localen Anfange des Strudels, gerade durch Plattenmündungen (durchlochte Platten, je dünner je beſſer) der gröſste Waſſerausfluſs erhalten werde, weil gerade nur bey ihnen der Natur die meiſte Freyheit dargebothen wird, ſich den *vortheilhafteſten* Strudel zu bilden. Beſteht dagegen die Ausmündung in einer Röhre, die natürlich, um den Namen einer *Mündungsröhre* zu verdienen, eng genug ſeyn muſs, um auch jenſeits ihres Anfangsringes, welcher allemal eine Plattenmündung darſtellt, auf die fernere Strombildung Einfluſs zu behalten; ſo wird eben durch dieſen Einfluſs, der Natur eine neue Forderung vorgelegt, wofür ſie die für den Anfangsring bereits gebildete vortheilhafteſte Stromform aufs neue modificiren muſs. Dazu gehört vermehrte Kraft vor dem Anfange des Strudels, wenn auch nur gerade eben ſo viel Waſſer, als durch die Plattenmündung, ſoll gefördert werden. Da nun bey den verſuchten Springwerken, durch gewiſſe cylindriſche und coniſche Ausmündungsröhren, ſogar noch mehr Waſſer ausfloſs; ſo war es mir um ſo gewiſſer, daſs durch dieſe Ausmündungsröhren eine Kraftverſtärkung vor dem Strudel verurſacht werde, die denn bey dieſen Springwerken, welche blos durch eine Waſſerſäule getrieben wurden, lediglich von der Luftelaſticität

herrühren konnte. Mit dieſen Gedanken, welche durch bekannte Aeuſserungen älterer Hydrauliker noch verſtärkt wurden, hatte ich ſchon lange mich umher getragen, als ich vor einem Jahre, wegen Fragen über die vortheilhafteſte Ausmündung der Brandſpritzen, es darauf anlegte, die Geſtalt des vortheilhafteſten Strudels und ſein Minimum des Kraftverluſtes *a priori* zu beſtimmen. Allerdings ward mir die Sache ſo ſchwierig, daſs ich bald genug es bey der Frage bewenden lieſs, wie groſs bey einem vorgeſchriebenen und geforderten kegelförmigen Strudel der Kraftverluſt ſeyn möchte! Indeſſen fand ich mich bey dieſer Gelegenheit wiederum veranlaſst, gegen die bekannten Erfahrungen des vermehrten Ausfluſſes durch gewiſſe Mündungsröhren, meine obige Behauptung wirklich zu ſichern; und das geſchah ſchon damals ungefähr durch folgende Schlüſſe.

Seyen *Ff*, *Hh* und *Kk* (Taf. I. Fig. 9.) die Richtungen, nach welchen drey Waſſerſtrahlen, die ich ſtatt mehrerer nenne, ohne die cylindriſche Röhrwand *FK* fortgehen würden; ſo wird wegen der Röhrwand ihre *Richtung verändert*. Waſſerſtrahlen und Röhrwand nur (für *mäſsige* Geſchwindigkeiten *hinreichend*) als harte Körper betrachtet; iſt gewiſs, daſs durch die Richtungsänderung die *abſolute Geſchwindigkeit* der Strahlen *vermindert* wird; denn ſie wird ja *coſinuirt* (um mich hier kurz auszudrücken, verglichen meine Beyträge zur Mathematik, Stück IV.). Der Coſinus, in welchem nach dem Aufſtoſsen der Strahl fortzugehen ſtrebt, iſt gleichgerichtet der kleinen Ebene, gegen welche dieſer ſtieſs. Folglich kann ſeine relative *Geſchwindigkeit längs der Achſe* der Mündungsröhre, grade eben ſo groſs, als ſie es vor dem Aufſtoſsen war, nur da bleiben, wo die Stoſsebene mit der Achſe parallel iſt. Dagegen wird des Strahles Geſchwindigkeit längs der Achſe durch das Aufſtoſsen vermindert oder vermehrt, je nachdem die Stoſsebene gegen die fernere Achſe hin convergent oder divergent iſt.

Bey cylindriſchen Mündungsröhren iſt allenfalls die kleine Stoſsebene ein Theilchen der Röhrwand

ſelbſt, und als ſolche ausgemacht der Achſe parallel nur für diejenigen Strahlen, welche, wie der bey *F*, zuerſt aufſtoſsen. Die folgenden bey *H* und *K*, ſtoſsen nicht mehr unmittelbar auf die Röhrwand, ſondern auf die Strahlen, welche ſchon vorher aufſtieſsen, und nun längs der Röhrwand hinſtrömen, und dieſes vielleicht anfänglich mit einer ſolchen Krümmung thun, daſs die ſpäterhin auf ſie ſtoſsenden Strahlen der Achſe convergent gebogen werden. Iſt das der Fall, ſo werden ſie ſchon deshalb an ihrer relativen, der Achſe gleich gerichteten Geſchwindigkeit etwas verlieren, und ein zweiter Verluſt ihrer abſoluten, und ſomit auch ihrer eben genannten relativen Geſchwindigkeit, entſteht dann ferner noch dadurch, daſs je zwey und zwey ſolcher Strahlen gegen einander zielen, ſo daſs ihre Zielungen in der Achſe collidiren würden.

Indeſſen dürſte nicht nur für den Beharrungszuſtand des ganzen Stromes, und ohne Compreſſibilität der Waſſertheile, jene concave Krümmung ſich bald verlieren; ſondern man darf auch überhaupt als äuſserſt wahrſcheinlich nun annehmen, wie es genauerer Calcul ſicherlich bewähren würde, daſs die von der anfänglich concaven Krümmung etwa herrührende Verminderung der Geſchwindigkeiten längs der Achſe doch zu klein ſey, als daſs nicht ihrer ungeachtet, wegen der nach und nach zurückgewieſenen Strahlen, eine gewiſſe Strecke hindurch in jedem Stromſchnitte *MO*, die Summe ſeiner Geſchwindigkeiten längs der Achſe gröſser ſey, als in dem ihm nachfolgenden Durchſchnitte *mo*. Iſt aber das, ſo folgt daraus, daſs jeder Schnitt *MO* für den ihm nachfolgenden *mo*, wie ein *ſaugender Kolben* wirkt, durch welchen der *Atmoſphärendruck veranlaſst wird, das nachfolgende Waſſer hinter ihm her zu treiben.*

Bey coniſchen Mündungsröhren von gehöriger Divergenz iſt es nun ſchon auf den erſten Anblick ſehr einleuchtend, daſs die Summe der Geſchwindigkeiten längs der Achſe noch weit ſtärker zunehmen, alſo hier noch mehr als bey den cylindriſchen Röhren der Fall eintreten muſs, daſs eine gewiſſe Strecke hindurch jeder vordere Schnitt *MO* den

nachfolgenden *mo* hinter ſich her zu ſaugen, Kraft erhält.

Dieſe Schlüſſe denke ich ſchon vor einem Jahre gemacht zu haben, ob ich gleich in den damals mir aufgeſchriebenen Gedanken über die Strudelkraft nur ganz kurz angemerkt finde:

„Wegen der Röhrwand werden Strahlen zurückgewieſen; dadurch entſteht in dieſer Strecke immer mehr und mehr Achſengeſchwindigkeit in den Durchſchnitten des Stroms, und dadurch in ſeinen vordern Schnitten eine Saugekraft gegen die nachfolgenden, welcher, für nicht gar zu groſse Geſchwindigkeiten, der äuſsere Luftdruck Genüge thun wird. Bey den bereits verſuchten Springwerken, bey Kolbenkünſten, wird auch der Kolben deſto ſchneller zu drücken veranlaſst, ſo lange das Moment der Kraft, durch welche er getrieben wird, einer gröſsern Geſchwindigkeit fähig iſt.„

Die obige *etwas* umſtändlichere Erörterung habe ich freilich ſo eben erſt, und eiligſt *aufgeſchrieben*, nachdem ich durch Ihre ſorgfältige Ueberſetzung der Venturiſchen Abhandlung *) mit dieſer meine erſte Bekanntſchaft gemacht habe. In ihr und in Ihren Anmerkungen hatte ich vieles gefunden, was mir äuſserſt werth und lehrreich iſt, und für ſeine Urheber Dank und Hochachtung erzeugt. Was aber das *Venturiſche Princip* betrifft, ſo wird ſchon das Wenige, was ich zur Erklärung der Haupterſcheinung hier mitgetheilt habe, hinreichend darthun, daſs ſich dieſe *ohne neues Princip*, aus deutlichen und anerkannten Gründen der Mechanik, erklären läſst.

Auch Sie, Theuerſter Herr Profeſſor, haben Sich ſogleich in Ihrer Anmerkung (Ann. II. 426.) wider das Princip, als ſolches, erklärt, und es auf mechaniſche Gründe zurückzubringen geſucht, *für* den *dortigen* Venturiſchen Verſuch, zu welchem Band II. Taf. IX. Fig. 3. gehört. Nur hat mir dieſe Anmerkung in ihrem Hauptſchluſſe nicht einleuchten wollen. Sollte durch bloſsen *Gegendruck* Bewegung be-

*) *Ann. d. Ph. B. II. St. 4. Auſſ. 4.*

wirkt werden können? Sogar gegen die Gegend hin, woher der Druck kommen muſs, um den Gegendruck, ſein Echo, zu erzeugen? Am wenigſten weiſs ich auf den Beharrungszuſtand des Ausfluſſes Ihre Vorſtellung anzulegen*).

Ich denke, das *dortige* Mitflieſsen des Waſſers aus dem Gefäſse *D H*, durch welches der Strom geht, nimmt die zu ſeinem Mitflieſsen nöthige Kraſt *hauptſächlich* her von dem Umſtande, daſs das *ruhige*

*) *Nicht ſo ſehr den erſten Venturiſchen Verſuch, als vielmehr den Fall, den B. II. Taf. IX. Fig. 2 abbildet, (wo ein Waſſerſtrahl im Niveau mit einer Waſſerfläche in ein weites Becken einſtrömt, und die zur Seite liegenden Theilchen mit ſich fortreiſt,) hatte ich bey der erwähnten Anmerkung vor Augen; doch gilt, was ich dort bemerkte, freylich mehr für den Anfang des Einſtrömens, als für den Beharrungszuſtand. Wenn der Strahl in das ruhende Waſſer des Beckens einſtrömt, wird er durch den Gegendruck der in ſeiner Richtung liegenden Waſſertheilchen retardirt, bis er dieſe ſo ſtark beſchleunigt hat, daſs ſie (wenn es angeht) ſeine eigne Geſchwindigkeit erlangen, und dadurch, dachte ich mir, werde der Druck auch nach andern Richtungen thätig, und in ſofern der Gegendruck Veranlaſſung zu Bewegung der Seitentheilchen, bey widerſtehenden Seitenflächen des Gefäſses ſelbſt nach der Gegend hin, aus welcher der Gegendruck wirkt. In der erwähnten Anmerkung iſt freylich der Hauptpunct von Venturi's Verſuch 1. nicht berührt, der von Herrn Prof. Buſſe ſehr richtig nachgetragen wird; doch war auch die ganze Anmerkung nur ein flüchtiges Hindeuten auf mögliche Ableitung. Bey den folgenden Anmerkungen war es mir nur darum zu thun, Venturi's Meinung ins Klare zu ſetzen, und ich freue mich, daſs mein Freund, (in dem ich den Lehrer meiner Jugend, deſſen gründlicher und gefälliger Vortrag mich auf immer an die mathematiſchen Wiſſenſchaften feſſelte, und zugleich einen unſrer vorzüglichſten Hydrodynamiker verehre), was flüchtigen Bemerkungen bey ſo ſchwierigen Materien nicht anders als abgehn konnte, hier ſchon einigermaſsen ergänzt.* d. H.

Waſſer des Gefäſses einen *ſtärkern* Seitendruck ausübt, als das durchfließende Waſſer ihm entgegenſetzt. Daſs aber dieſer Ueberſchuſs gerade zum Mitfließen verwandt wird, das hat man allerdings wohl zu verdanken der Cohäſion, dem von *Venturi* ſo genannten klebrigten Weſen, zwiſchen dem fließenden und ruhigen Waſſer, das ſich nach und nach einander berührt.

Ueberdies entſteht allerdings durch den aufſteigenden Boden des viereckigen Kanals und die niederwärts drückende Schwere des Waſſers und der Atmoſphäre, auch in dieſem Kanale einige verticale Zuſammenziehung des Stromes. In ſo fern er nun dadurch zu einer horizontalen Divergenz veranlaſst, und dieſe durch die verticalen Kanalwände auch etwas zurückgewieſen wird; in ſo fern entſteht auch hier einige Geſchwindigkeitsvermehrung in den Stromſchnitten, und dadurch etwas ſaugende Kraft, alſo auch etwas von ſolchem Nachtreiben der Atmoſphäre, als bey den obigen engern und ganz umſchloſſenen Mündungsröhren ſtatt findet. Das kann aber hier nur ſehr unbeträchtlich ſeyn.

Verhält ſich das wirklich ſo, ſo verdient *Venturi's* Vortrag den Tadel, daſs Er die Erſcheinung des Mitfließens bey dieſem Verſuche auffaſst, und dann zur Erklärung anderer Verſuche benutzt, bey denen doch der vermehrte Ausfluſs lediglich aus einem Grunde herrührt, der bey jenem erſten Verſuche höchſtens nur eine ſchwache Mithülfe leiſtete.

So möchte ich aus meinem Geſichtspuncte noch manches gegen *Venturi's* Abhandlung zu erinnern haben. Ich will noch einiges herſetzen, das mir ebenfalls ſogleich bey der erſten Durchleſung beyfiel.

Statt Seite 419. Zeile 9 — 12. würde ich lieber ſagen: der Waſſerſtrahlen Geſchwindigkeit *längs der Achſe* wird wegen der Ausmündungs*röhre* eine Strecke hindurch immer gröſser und gröſser, und dadurch der Atmoſphärendruck veranlaſst auch die abſolute mittlere Geſchwindigkeit des Stromes gröſser zu machen, als dieſe es ſeyn würde, wenn ſich der Strom blos durch den Anfangsring der Röhre, alſo wie durch eine dünne Platte, ausmündete.

Seite 419. Zeile 14. *Ich* denke, bey dem Verſuche 8. muſs die unter dem Recipienten noch zurückgebliebene Luftelaſticität hinreichend geweſen ſeyn, denjenigen Verluſt des Ausfluſſes zu erſetzen, der ohne ihre Hülfe wegen der neuen Strommodificirung in der Ausmündungs*röhre* würde ſtatt gefunden haben: deſſen ungeachtet, daſs in der Atmoſphäre dieſe Modificirung ſogar eine Vermehrung des Ausfluſſes nach ſich zieht.

Seite 419. Zeile 15. darf es meiner Meinung nach nur heiſsen: durch *einige* hinabgehende Röhren.

Seite 423. Die gröſsten Schwierigkeiten bey dynamiſch-hydrauliſchen Unterſuchungen entſtehen doch wol nicht gerade von der Unvollkommenheit der Integralrechnung. Sondern gleich anfangs, wenn man gewiſſe gar zu abſtracte Grundgleichungen *anlegen* will; ſo iſt es faſt, als ob ſie über die wirkliche Waſſerwelle ſo weit erhaben, und ſo idealiſch glatt wären, daſs ſie gar nicht gehörig eingreifen wollen. Ich fürchte ſogar, daſs man einiges von dem, was man der hydrauliſchen Dynamik bereits glaubt verdanken zu können, im Grunde bis jetzt nur noch durch bloſse hydrauliſche Phoronomie erobert hat. Wenn es z. B. mir gelungen wäre zu zeigen, warum im vortheilhafteſten Strudel ungefähr $(1 - 0{,}64^2)$ tel von der zu ſeiner Erzeugung vorhandnen Krafthöhe müſſe verlohren gehen, wegen nothwendiger Richtungsänderung und Colliſion ſeiner Waſſerfäden: dann erſt wäre ich gewiſs, dieſe Erſcheinung dynamiſch erklärt zu haben. Uebrigens kennen Sie meine groſse Vorliebe auch für die *hydrauliſche Theorie von vorne her*, und meine groſse Verehrung für *Bernoulli*, *Euler* u. ſ. w.

Seite 434. Zeile 14. etc. *Venturi's* hieſige Rechnung über ſeinen Verſuch 6, veranlaſst mich darüber mit Hülfe der Reſultate, welche Verſuch 3. u. 5. gaben, folgendes zu rechnen.

Indem H die mittlere Druckhöhe des Waſſers im Behälter, hier $= 32{,}5$ Zoll, bedeutet; ſo ſey $n \cdot 2 \sqrt{g H} =$ der mittlern Geſchwindigkeit in dem Loche der *Plattenmündung* (Verſuch 3.) und das grö-

ſsere $m \cdot 2\sqrt{g H}$ = der Geſchwindigkeit in der cylindriſchen Mündungs-*Röhre* (Verſuch 5. u. 7).

Nun heiſse X die noch unbekannte Höhe des Luftdrucks über dem Behälter, welche durch die ebengenannte Mündungs-*Röhre* zum Mitwirken und Vermehren des Ausfluſſes veranlaſst wird; ſo muſs auch $n \cdot 2\sqrt{g(H+X)}$ = der Geſchwindigkeit in dieſer Mündungsröhre ſeyn, ihr bischen Friction u. dergl. bey Seite geſetzt.

Folglich $n^2 H + n^2 X = m^2 H$, und $X = \left(\frac{m^2}{n^2} - 1\right) H$.

Da ich nun aus Verſuch 3.

finde, $\log n = 0{,}8037362 - 1 = \log 0{,}6364$,

wird $\log m = 0{,}9251584 - 1 = \log 0{,}8417$ aus Vſ. 4. u. 7,

ſo iſt $\log \frac{m^2}{n^2} = 0{,}2428444 = \log 1{,}7492$; alſo

$\log\left(\frac{m^2}{n^2} - 1\right) = 0{,}8745978 - 1 = \log 0{,}7492$

dazu $\log H = 1{,}5118834 = \log 32{,}5$

giebt $\log X = 1{,}3864812 = \log 24{,}349$.

Mit dieſen 24,349 Zoll ſtimmt nun ſo gut als völlig überein die 24zöllige Höhe des gefärbten Waſſers, welche ſich in *Venturi's* 6tem Verſuche darſtellte! Und deſſen ungeachtet habe ich Zweifel; halte es aber für ſchicklich, ſie bey mehrerer Muſse genauer zu prüfen, ehe ich andere damit behellige. Dieſe Bedenklichkeiten haben auch Einfluſs auf eine Antwort, die ich für Ihre Frage

Seite 442. verſuchen möchte *). Der Anfang dürfte indeſſen folgender ſeyn. Da in einer verticalen Unterſatzröhre, ihr unterſter Stromſchnitt, in Vergleichung mit ihrem oberſten, ſo viel mehr Geſchwindigkeit, als ihre verlängerte Fallhöhe mit ſich bringt, im Vacuo ſicherlich erlangen würde; ſo wird er eben deshalb in der Atmoſphäre ſoviel ſau-

*) *Beyläufig bitte ich die ſchon am Ende von B. III. angezeigten Sinnſtöhrenden Schreibefehler B. II. S. 433, wo zweymal (Z. 3. und 9. v. u.) Zoll ſtatt Linien, und S. 438, wo Zeit ſtatt Fallhöhe ſteht, zu verbeſſern. d. H.*

gende Kraft auszuüben bereit ſeyn, als mit jener Geſchwindigkeitsvermehrung zuſammenhängt; und *in ſofern* würde der durch die Unterſatzröhre vergrösſerte Ausfluſs, wohl der durch die Unterſatzröhre verlängerten Fallhöhe zugehören.

Auf den ſo eben aufgeſchlagenen beiden Seiten, über Venturi's Beurtheilung ſeiner hieſigen beiden dreyfachen Verſuche, hätte ich ebenfalls etwas zu bemerken. Es ſcheint mir auch hier ein + — = o verſteckt zu liegen; gleich in dem erſten Urtheile, daſs in den beiden erſten Fällen eine *gleiche* Kraft den gleichen Ausfluſs bewirke! Aber um meine Bemerkungen gehörig zu bewähren, müſste ich etwas weit dafür ausholen. Man kann nicht befriedigend darüber rechnen, ohne den von Langsdorf kurz und gut ſo genannten Widerſtand der Röhren nach aller für jetzt erreichbaren Genauigkeit mit zu würdigen. Ueber dazu gehörige Formeln von Buat, Woltmann, Langsdorf (Hydraulik), Eitelwein und Langsdorf (Maſchinenlehre) war ich vor einigen Monaten veranlaſst etwas aufzuſchreiben, das mir der Mittheilung werth ſchien. Vielleicht kann ich nach einigen Wochen dazu kommen, es wieder durchzuſehen, und dann für die Annalen Ihnen zuzuſchicken. *Damit* wäre meines Erachtens der Anfang zu machen für das, was ich weiterhin über Venturi's Schlüſſe zu bemerken hätte.

Es bleibt Ihnen, Verehrteſter Freund, völlig überlaſſen, das obige dem Publico mitzutheilen, oder nicht. Seit ich nicht mehr als Profeſſor arbeite, finde ich mich weniger als ehemals dazu berufen, meine Mitarbeiten für Verbeſſerung der Wiſſenſchaft und ihres Vortrages auch öffentlich darzulegen. Und ſeit das Publicum nicht einmal die geringe Subſcription leiſtete, welche ich in meiner letzten kleinen Schrift *) von ihm wünſchte; — fahre

*) *Formulae linearum ſubtangentium ac ſubnormalium, tangentium at normalium et caſtigatae et diligentius quam fieri ſolet explicatae.* Lipſiae 1798.

ich freylich fort, theils aus Amtspflicht für gewiſſe practiſche Geſchäffte und zum übrigen Theile aus Leidenſchaft und Angewohnheit mein mathematiſches Studium fortzuſetzen; aber meiſtens nur ohne dabey viel an Mittheilung meiner etwanigen Eroberungen zu denken. Doch werde ich veranlaſst ſeyn, einiges von meinen mechaniſchen und hydrauliſchen Unterſuchungen mit beyzubringen in einem Werke über Verbeſſerung der Brandſpritzen, welches ja wohl, ſelbſt bey dem jetzigen etwas ſonderbaren Zuſtande des wiſſenſchaftlichen Buchhandels, ſeinen Verleger finden wird, da es practiſch iſt, und viel gemeinverſtändliches enthalten ſoll. So eben gehe ich daran, eine Probe davon für das Archiv des Hrn. Prof. Hindenburg *lesbar zu machen*, welches mir bey meiner *mathematiſchen* Schriftſtellerey allemal das *unangenehmſte* Geſchäfft iſt.

Deſſau d. 9ten Januar 1800.

VII.

Auszüge aus andern Briefen an den Herausgeber.

1) *Vom Herrn Prof. Kries.*

Gotha d. 24ſten Nov. 99.

Hier die verſprochene *Lichtenbergiſche* Schrift über das Hygrometer *). Hat die *Anti-Mayerſche* Abhandlung Sie intereſſirt **), ſo wird es die *Anti-Zyliusſche* ſicher noch mehr ***), da der Gegenſtand hier wichtiger iſt, und genauer auseinander geſetzt wird. Freylich iſt es zu bedauren, daſs wir ſie nicht vollſtändig haben, doch enthält dieſes Fragment gewiſs das Wichtigſte. Auch hat die Schrift das Unangenehme aller polemiſchen Schriften, daſs ihr Verfaſſer nicht einen ſteten und ruhigen Gang zum Ziel genommen hat, ſondern dem Gange eines andern

*) *Ge. Chriſtoph. Lichtenbergs Vertheidigung des Hygrometers, und der de Lücſchen Theorie vom Regen. Herausgegeben von Ludw. Chriſti. Lichtenberg, Sächſ. Goth. Legationsrath, und Friedr. Kries Prof. am Gothaiſchen Gymnaſ. Gött.* 1800. 16 *u.* 228. *S.* 8.

**) *Dieſelbe, die unſre Leſer aus den Annalen der Phyſ. II.* 121. *kennen.* *d. H.*

***) *Herr Hofr. Mayer (zu deſſen Wiedererlangung, als Lichtenbergs Nachfolger, man gewiſs Urſach hat Göttingen Glück zu wünſchen,)„ wird uns, ſagen die Herausgeber im Vorbericht, dieſe Zuſammenſtellung, die auf keine Weiſe eine Vergleichung ſeyn ſoll, gern verzeihen. Der Ton in dem der Aufſatz gegen ihn geſchrieben iſt, zeigt hinlänglich die groſse Achtung, die der Verf. für einen Gegner von philoſophiſchem Geiſte und gründlicher Kenntniſs der Sachen hegte; und ſo kann ſie zugleich zu einer Rechtfertigung für den Verſtorbnen dienen, wenn man den Ton in der andern Schrift nicht immer ſo glimpflich finden ſollte.„* *d. H.*

folgt, ſich durch deſſen Einwürfe unterbricht, und ſich hier und da auf Abwege führen und zu Wiederholungen verleiten läſst. Indeſſen, wenn man bedenkt, daſs man ohne eine ſolche Veranlaſſung nichts erhalten haben würde, ſo iſt man gern damit zufrieden.

Ich habe mich zeither viel mit der Durchſicht der *Lichtenbergiſchen Papiere* beſchäfftigt, und daraus ſeine ganze Denk - und Lebensweiſe recht kennen und hochſchätzen gelernt. Es iſt erſtaunend, wie thätig der Geiſt dieſes Mannes geweſen iſt; ich möchte ſagen, er hat faſt über alles Wiſſenswerthe nachgedacht, und worüber er gedacht hat, darüber hat er auch Bemerkungen niedergeſchrieben. Hieran iſt er ſo gewöhnt geweſen, daſs man ſagen kann, er hat mit der Feder in der Hand gelebt, faſt wie manche rüſtige Scribenten, aber mit dem Unſchiede, daſs, wenn dieſe nur fremde Bücher ausſchreiben, er nur von dem Seinigen compilirte, denn bey ihm iſt wol nachdenken nie einerley mit nachſchlagen geweſen. Zugleich hatte er eine groſse Sorgfalt in Rückſicht ſeiner Moralität, er bemerkt ſeine Fehler ſehr ſtrenge, und ſtellt ſeine Geſinnungen wie ſeine Empfindungen ſehr offenherzig dar. Er war Willens ſein Leben zu beſchreiben, daſs es nach ſeinem Tode herauskommen ſollte, und wenn irgend etwas zu bedauren iſt, ſo iſt es das, daſs er dieſen guten Gedanken nicht ausgeführt hat. Uebrigens hat er ſich ſelbſt mehr gelebt, als es die meiſten Gelehrten über dem ewigen Drängen und Treiben, und Dichten und Trachten thun.

---

2) *Von Herrn Prof. Grimm.*

Breslau, d. 6ten Okt. 1799. u. 9ten Febr. 1800.

. . . Leider iſt die groſse von Hrn. Mechanicus *Klingert* verfertigte Scheibenmaſchine, (Ann. d. Ph. II. 369.) deren Beſchreibung ſie hierbey für die Annalen erhalten, aus unſern Mauern nach *Walisfort*, 13 Meilen von hier, gebracht worden, wo ſich nun das ganze Kabinet des *Prinzen Heinrich von Würtemberg*

befindet, wo ich aber künftiges Frühjahr einige phyſikaliſche Unterſuchungen anzuſtellen hoffe. Jetzt bin ich mit einem andern Gegenſtand beſchäfftigt. Herr *Klingert* hat eine neue Art von *Luftpumpe* verfertiget, die nur zu einem einzigen Endzweck dient, nemlich Luft aus Flüſſigkeiten zu befreien, die er mir zur weiteren Unterſuchung übergeben und zur Bekanntmachung überlaſſen hat. Ich bin daher beſchäfftiget, vermittelſt dieſer Luftpumpe aus den Flüſſigkeiten Luft herauszuziehen, und letztere mit dem Eudiometer zu unterſuchen. Es zeigen ſich hierbey merkwürdige Phänomene. Z. B. das deſtillirte und das gekochte Waſſer liefern Luft, eben ſo wie das friſche Waſſer, und die Luft der bisher unterſuchten Flüſſigkeiten iſt beſſer als die atmoſphäriſche. Die Luft aus dem Schneewaſſer war z. B. um $\frac{11}{200}$ beſſer, als an demſelben Tage die atmoſphäriſche. Ich glaube, daſs ich zur Oſtermeſſe für die Annalen eine umſtändlichere Nachricht von dieſen Verſuchen werde liefern können. Und alsdann erhalten Sie auch ſowohl eine Beſchreibung, als auch eine Zeichnung von jener *Luftpumpe*. Jede Flüſſigkeit unterſuche ich wenigſtens 3mal, und erſt alsdann halte ich die Unterſuchung für beendiget, wenn ich jedesmal daſſelbe Reſultat erhalte. — Das *Eudiometer*, welches ich hierbey gebrauche, iſt gleichfalls von Hrn. *Klingert* verfertiget, und weicht von den bekannten Eudiometern merklich ab, ſo daſs eine mit einer Zeichnung verbundene Beſchreibung deſſelben auf einen Platz in den Annalen Anſpruch machen kann.

Von der *Erderſchütterung*, welche im Monat Dec. des vorigen Jahres auf dem ganzen Schleſiſchen Gebürge iſt bemerkt worden, werden Sie wohl ſchon aus gedruckten Blättern Nachricht erhalten haben. Jetzt weiſs man mit Beſtimmtheit, daſs dies Erdbeben *nur das ſchleſiſche Gebürge* getroffen hat. Hier in *Breslau* hat man von demſelben nichts geſpüret, ohnerachtet 9 Meilen von uns entfernt die Erſchütterung ſehr merklich geweſen iſt. Meine Elektriſirmaſchine war 2 Tage vor dieſem Erdbeben und ſelbſt auch

auch noch des Vormittags deſſelben Tages, an welchem das Erdbeben erfolgte, ſehr wirkſam, hingegen den Tag nachher und an den beiden folgenden Tagen gab ſie ſo wenige Funken, daſs ich keinen Patienten electriſiren konnte, ohnerachtet das Kiſſen mit friſchem Amalgama verſehn wurde, welches erſt am vierten Tage ſeine Wirkung zeigte. Ob dies Phänomen mit jener Erderſchütterung nicht vielleicht in Verbindung mag geſtanden haben?

Ihre Meinung hierüber erwartet *)

Ihr

Grimm.

*) *Dieſes zu bejahen nehme ich nicht den mindeſten Anſtand, da man faſt immer merkwürdige Veränderungen im Zuſtande der Electricität oder auffallende electriſche Erſcheinungen bey Erdbeben wahrgenommen hat. Nur iſt der ſchwierige Punkt auszumachen, was hierbey Urſach und was Wirkung iſt. Daſs mehrere ſehr geſchäzte Phyſiker die Electricität als Urſach, und das Erdbeben als Folge dachten, iſt bekannt, (ſ. auch Auſſ. 3. dieſes Stücks,) und Beccaria's Theorie des Gewitters bringt dieſe Ausſage mit den Erſcheinungen an der Kleiſtiſchen Flaſche in Verbindung. Allein da dieſe Theorie ſchwerlich haltbar ſeyn dürfte, dann auch vorzugsweiſe bey heftigen Gewittern Erdbeben erfolgen müſsten, was wider die Erfahrung iſt; vielmehr in Fällen, wo die Erderſchütterung unleugbar durch einem Druck von Dämpfen gegen die Erde, indem dieſe birſt bewirkt wird (wie bey Vulkanen) electriſche Erſcheinungen (Blitze in den Rauchſäulen und Feuerkugeln) als begleitende Umſtände angetroffen werden; ſo ſcheint mir weder Erdbeben, noch Electricitätsveränderung eins Urſach vom andern, ſondern beides coordinirte Folge einer noch nicht ganz aufgehellten Urſach zu ſeyn.* *d. H.*

VIII.

Auszug aus einer Nachricht des H. v. Gersdorf über das Erdbeben am 11ten Dec. 1799.

(*Neue Lauſitzſche Monatsſchrift* 1800. *St.* 1. *S.* 25—39.)

Meſſersdorf d. 11t. Dec. 1799 Mittwochs.

Seit mehr als acht Tagen, bey meiſtens völliger Windſtille, die nur manchmal mit ſchwachem Oſtwinde abwechſelte, ſehr mäſsigem; doch ziemlich anhaltendem Froſte, und kaum einen Meſſerrücken tiefem Schnee, war die mehrſte Zeit ſtarker *Nebel*, welcher nur ſelten auf wenige Stunden mit heiterm Himmel abwechſelte. Nur den gröſsten Theil der vorigen Nacht, und faſt den ganzen heutigen Vormittag war es heiter geweſen, ward aber bald nach Mittage bey ſchwachem Oſtwinde wieder neblig. Daſs im Thal alles mit Rheinfroſte ſtark überzogen und gleichſam bepudert war, am Gebirge aber bis auf den Hermsdorfer Berg hinab alle Bäume völlig rein und recht dunkel ſchienen, bewies, daſs der Nebel keine gröſsere Höhe als dieſer Berg gehabt habe, und lieſs mich hoffen, auf ſeiner Spitze ſchon über dem Nebel erhaben zu ſeyn. In dieſer Hoffnung beſtieg ich ihn, und hatte von der Spitze des noch höhern Birkelbrandts in der That das ſchöne Schauſpiel, das ganze kaum 100 Fuſs ſenkrecht unter mir gelegne, unermeſsliche Wolkenmeer, gröſstentheils vortreflich beleuchtet, und die Gebirgsſpitzen in der heiterſten Luft darüber völlig rein zu ſehn. Bald nach meiner Ankunft ging die Sonne hinter der höhern ſüdweſtlichen Gebirgskette unter, und kurz ehe wir ſie verlohren, ſahen wir auf dem wenigſtens noch 200 Schritt nördlich entfernten Nebel, einen groſsen, etwas bunten, doch noch ſehr mattfarbigen Fleck entſtehn, und unſern Schatten ſelbſt darin, aber noch ganz unbeſtimmt, und kaum bemerkbar, weil der Nebel etwas zu entfernt und zu dünne war: (die bekannte Erſcheinung, da man

ſeinen eignen Schatten mit einer bunten Glorie umgeben, in den Wolken ſieht.) Die ganze Oberfläche des Wolkenmeers war ſanft wellenförmig, und ziemlich in Einer Höhe, nur daſs es ſich gegen die Berge, die darüber herausragten, ein ganzes Stück hin, in einer ſehr flach gewölbten Linie etwas ſenkte.

Als ich bey meinem Rückwege, höchſtens 2 oder 3 Minuten vor 4 Uhr, wieder unten auf der Oberfläche des Hermsdorfer Bergs, und in den Anfang des dort noch ganz dünnen Nebels gekommen war, hörte ich plötzlich, gleichſam tief unter uns im Schwarzbacher Thale, ein mehr rollendes als murrendes und polterndes, doch ſehr heftiges Getöſe, welches etwas über der Hälfte dieſes langen Thals anzufangen, und in ſelbigem gegen den untern Theil des Dorfs herab zu rollen ſchien. Es war ungefähr ſo, als wenn einige ſchwerbeladene Wagen mit möglichſter Geſchwindigkeit auf recht hart gefrornem Boden herführen, entſtand plötzlich in ſeiner gröſsten Stärke, blieb darin wohl ziemlich ½ Minute lang, ward dann allmälig ſchwächer, und verlohr ſich endlich ganz, nachdem es wohl eine Minute angehalten hatte. Es blieb dabey und nachher ſo windſtill als vorher. Von einer Erderſchütterung hatte ich nicht das geringſte wahrgenommen, eben ſo wenig eine Verändrung am Nebel, der indeſs ſpäterhin verging, ſo daſs von 7 Uhr an, beim reinſten ſtillen Himmel, und bey mäſsiger Kälte der ſchönſte Mondſchein war. Bey der ſchon lange ganz ungewöhnlich ruhigen Luft hatten die Barometer ſeit vielen Tagen über ihre mittlere Höhe geſtanden, und ſich faſt täglich noch einige Skrupel erhoben, bis ſehr nahe an 27 Zoll; eine halbe Stunde nach dem Erdbeben ſtanden ſie noch grade ſo wie vorher, und am 12ten Dec. ſtiegen ſie den ganzen Tag über faſt 1 Linie, bey eben ſo ſtiller und heiterer Witterung bis gegen Mittag, da es denn bey Oſtwind wieder ſehr neblig, ſpät Abends aber wieder heiter wurde. Auch am 13ten war es abwechſelnd hell und neblig.

Das erwähnte rollende Getöſe wurde von ſehr vielen in allen benachbarten Oertern, vorzüglich

aber von den Bewohnern des Schwarzbacher Thals gehört, auch in den Häuſern eine gelinde Erſchütterung, Kniſtern im Dachwerk, Klirren der Fenſterſcheiben oder Bewegung von Taſſen, Gläſern und aufgehangnen Bildern bemerkt. Auch ſpürten Holzarbeiter am Drechslerberge, auf der groſsen Iſer etc. die Erderſchütterung ſehr deutlich im Freyen, und hörten lange anhaltend das rollende Getöſe. Bey dem ſtarken Nebel hielt man es ziemlich allgemein für ein Donnern. Nachrichten von noch ſtärkern Wirkungen längs der böhmiſchen Seite des Rieſengebirgs bis Hohenelb, ſind bisher noch zu unbeſtimmt, und zum Theil zu abenteurlich, um erwähnt zu werden. Indeſs erhellt doch aus glaubwürdigen Nachrichten, daſs man den Erdſtoſs in *Hirſchberg* auf den Thürmen und in allen Häuſern $\frac{1}{4}$ Minute lang (?) durch Bewegung der Bilder an den Wänden etc., noch weit ſtärker aber auf den Kämmen des ganzen Rieſengebirgs, und in allen Gebirgsörtern empfunden habe.

Nach dem Getöſe zu urtheilen, war die Richtung ungefähr aus Süd nach Nord. Das äuſserſte nördliche Ende, über welches hinaus nichts davon bemerkt ward, ſcheinen *Markliſſa* und *Friedeberg* zu ſeyn. Kurz vorher will man hier an einigen Kazen eine ungewöhnliche Unruhe bemerkt haben. — Ein Electrometer hatte ich leider während des Stoſses nicht bey der Hand. Allein ſeit dem 11ten Dec. finde ich (ſelbſt am 18ten, da es etwas ſchneite, und an den heitern ſehr kalten Tagen mit ziemlich ſtarkem Oſtwinde) die Electricität der Atmoſphäre ganz auſserordentlich ſchwach, was für dieſe Jahrszeit und Witterung um ſo ungewöhnlicher iſt. Ob das Erdbeben hierauf einigen Bezug haben könnte, verdiente doch wohl die Unterſuchung der Naturforſcher *).

*) *Man ſehe die vorhergehende Anmerkung.* *d. H.*

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTER BAND, ZWEITES STÜCK.

I.

BEMERKUNGEN
über eine ſehr ungewöhnliche Horizontal-Refraction,

von

SAMUEL VINCE,

Profeſſor der Aſtronomie und Phyſik zu Cambridge, F. R. S. *)

Es iſt den Aſtronomen längſt bekannt, wie höchſt veränderlich die Strahlenbrechung im Dunſtkreiſe vom Horizonte an bis auf 5 oder 6° Höhe iſt, und wie ſie hier von der mittlern Gröſse auf eine Art abweicht, die ſich aus den Barometer- und Thermometer-Ständen nicht erklären und berichtigen läſst. Dies liegt wahrſcheinlich an den groben Dünſten, mit denen die Luft dicht über der Erde geſchwängert iſt, und an den Veränderungen in dieſen Dünſten, welche wahrzunehmen, es uns bisher noch

*) Aus den *Philoſoph. Transactions*, for 1799, p. 13 f.

an Inſtrumenten fehlt. In der Regel iſt der Weg des Lichts, das zu uns durch die Atmoſphäre herabkommt, eine nach unten zu hohle Curve, weshalb die Strahlenbrechung den Stand der himmliſchen Körper zwar erhöht, ſie aber nicht etwa umkehrt. Sonne und Mond ſcheinen dicht am Horizonte elliptiſch abgeplattet, da die Strahlenbrechung ihren untern Rand ſtärker als den obern erhöht; eines irdiſchen ſenkrecht ſtehenden Gegenſtandes Länge wird dagegen durch die Strahlenbrechung nicht verändert, da alle Theile deſſelben unter einerlei Brechung als die Spitze erſcheinen. Die ſo beſchaffene Strahlenbrechung will ich die *gewöhnliche Refraction* nennen.

Indeſs iſt die Atmoſphäre, beſonders über der See, nicht ſelten in einem Zuſtande, welcher ganz andere Brechungen und Bilder bewirkt, die ich durch den Ausdruck: *ungewöhnliche Refractionen,* bezeichnen will. Dahin gehören die von Huddart beſchriebenen Refractionen, (*A. d. Ph.*, III, 257 f.,) die er auf eine ſehr genügende Art daraus erklärt, daſs wegen der Verdünſtung des Waſſers die Luft nicht unmittelbar über der See, ſondern in einiger Höhe darüber, die gröſste brechende Kraft hat. Doch nimmt man zuweilen Refractionen wahr, die von denen, welche Huddart bemerkte, weſentlich verſchieden und daher andern Urſachen zuzuſchreiben ſind. Im vorigen Sommer war ich ſo glücklich, am erſten Auguſt zu *Ramsgate* ſehr merkwürdige Erſcheinungen dieſer Art

mit voller Muſse von ein Viertel auf fünf Uhr Nachmittags bis Abends gegen acht Uhr zu beobachten. Es war ein ausnehmend heiſser Tag und ein ſehr ſchwüler Abend, und am heitern Himmel zeigten ſich nur wenige flüchtige Wölkchen. Das Phänomen war zwar den bloſsen Augen ſichtbar, ich beobachtete es aber durch ein Fernrohr bei 30 - bis 40facher Vergröſserung. Die meiſten dieſer Beobachtungen wurden aus einer Höhe von 25, einige von 80 Fuſs über der Meeresfläche gemacht; doch ſchien eine Veränderung in der Höhe des Auges auf keine der Erſcheinungen Einfluſs zu haben, indem ſie ſich im Ganzen immer auf einerlei Art zeigten.

Die erſte ungewöhnliche Erſcheinung, die mir ins Auge fiel, als ich das Fernrohr über das Meer wegführte, um mich nach Gegenſtänden auf demſelben umzuſehen, war der obere Theil eines Schiffsmaſts, *A*, der über dem See-Horizonte *xy* ſo hervorragte, wie er in Fig. 1, Taf. II abgebildet iſt. Zugleich entdeckte ich im Geſichtsfelde des Fernrohrs, ſenkrecht über dem Maſte, in der Luft zwei vollſtändige Bilder des Schiffs, ein verkehrtes, *B*, und ein aufrecht ſtehendes, *C*, die mit den Rümpfen an einander ſtieſsen. Dieſes überraſchte mich ſo, daſs ich einen Beiſtehenden bat, durch das Fernrohr zu ſehen; er beſchrieb die drei Bilder gerade ſo, wie ich ſie wahrgenommen hatte. Auch waren ſie zu deutlich und beſtimmt, als daſs dabei eine Täuſchung hätte vorgehen können. Ich ent-

warf daher die verhältniſsmäſsige Gröſse und den Abſtand der drei Bilder von einander ſogleich in einer Zeichnung ſo genau, als es ſich nach bloſsem Augenſchein thun lieſs. Die Genauigkeit dieſer Zeichnung war nicht zu verkennen, und nach ihr iſt Fig. 1 gemacht. Da ſich das Schiff von der Küſte entfernte, ſo wurde immer weniger vom Maſte ſichtbar, und zugleich rückten die Bilder *B*, *C* immer höher hinauf. Da aber das Schiff nicht ganz verſchwand, ſo lieſs ſich nicht bemerken, wenn und in welcher Ordnung dieſe Bilder verſchwinden.

Ich richtete nun das Fernrohr auf andere Schiffe, um zu ſehen, ob ſich auch bei ihnen dieſes ſonderbare Phänomen zeigte. Der Rumpf des Schiffs *A*, (Fig. 2,) ſtand gerade im Horizonte des Meers und über dem Schiffe ein vollſtändiges verkehrtes Bild deſſelben, ſo, daſs die Hauptmaſte beider ſich gerade berührten. Das zweite der vorigen Bilder fehlte. Das Schiff bewegte ſich längs des Horizontes hin, und das Bild gerade ſo darüber, ohne daſs ſich etwas dadurch in der Erſcheinung verändert hätte. *)

*) Dies war alſo eine Spiegelung des Schiffes *aufwärts*, gerade ſo, wie ſie ſchon in frühern Aufſätzen Herr Baudirektor Woltmann und der Schwede Wetterling beſchrieben haben, und die in der Regel jede ſehr ſtarke Hebung irdiſcher Gegenſtände begleitet, dergleichen Vince hier, (wie aus den

Das Schiff, welches zunächſt in das Fernrohr trat, war ſo weit hinter dem Horizonte xy, (Fig. 3,) daſs gerade nur der Rumpf verſchwunden war, und hier bemerkte ich bloſs das verkehrte Bild des obern Theils der Maſten und ihrer Segel. Dieſes Bild erſchien und verſchwand ſehr ſchnell hinter einander, indem es immer in ſeiner unterſten Stellung ſichtbar wurde, dann ſchnell in die Höhe lief, und ſo wie es aufſchoſs, bald mehr bald weniger von den Maſten zeigte. In der Schnelligkeit des Aufſchieſsens glich es den Strahlen des Nordlichts. Da das Schiff ſich immer tiefer unter den Horizont ſenkte, ſo verfolgte ich es aufmerkſam, und nahm wahr, daſs, je tiefer es ſank, deſto mehr davon in dem verkehrten Bilde erſchien, bis endlich das Bild des ganzen Schiffs da ſtand. Der mittlere Maſt deſſelben ſchien den des Schiffs zu berühren; und als das Schiff noch tiefer ſank, trennten ſich Bild und Schiff. Zwar nahm ich kein zweites aufrecht ſtehendes Bild, wie in der erſten Beobachtung, wahr, doch würde auch dieſes vermuthlich noch

Klippen von Calais erhellet,) wahrnahm. In ſo fern hätten ſeine Beobachtungen nichts Auſseror-dentliches. Allein zwei Bilder, ein verkehrtes und ein aufrechtes, über dem aufrechtſtehenden, zum Theil unter dem Horizonte verborgenen Gegenſtande hatte von Allen, die über die irdiſche Strahlenbrechung geſchrieben haben, noch niemand mit Zuverläſſigkeit wahrgenommen. *d. H.*

zum Vorſchein gekommen ſeyn, hätte ſich das Schiff noch weiter entfernt.

Als ich das Fernrohr längs des Horizonts weiter bewegte, entdeckte ich gerade im Horizonte *xy*, (Fig. 4,) die Spitze *a* eines Schiffsmaſts, und zugleich eine Erſcheinung, die ich noch nicht wahrgenommen hatte. Senkrecht über *a* ſtand ein verkehrtes Bild des Schiffs, *B*, darüber ein aufgerichtetes, *C*, beide vollſtändig und ſehr gut begrenzt, und zwiſchen beiden das Bild der See, *vw*, worin das Waſſer ſehr deutlich zu erkennen war. Das Schiff näherte ſich; ſo wie es über den Horizont mehr anſtieg, verſchwand das Bild *C* allmählig, und fehlte zuletzt ganz. Darauf verſchwand das Bild *vw* der See, und das Bild *B* ſtieg herab; doch kam das Schiff nicht hoch genug über dem Horizonte hervor, daſs die beiden Mittelmaſten ſich bis zum Berühren hätten nähern können. Hätte ich das Fernrohr ein wenig eher nach dieſem Punkte gerichtet, ſo würde ich die beiden Bilder geſehen haben, bevor noch irgend etwas vom Schiffe ſelbſt ſichtbar geweſen wäre. In der That war auch jetzt noch das ganze Schiff unter dem Horizonte der See, indem die Maſtſpitze *a* ſo wenig über dem Horizonte hervor ſah, daſs ſie bloſs mittelſt der gewöhnlichen, jetzt gerade ſehr ſtarken Strahlenbrechung ſichtbar ſeyn konnte.

Da die *Klippen von Calais* ſich aufs ſchönſte zeigten, ſo richtete ich das Fernrohr auch auf ſie, und bemerkte über den Klippen ein Bild derſelben, zugleich

mit einem Bilde der See, welches beide trennte, wie Fig. 5 zeigt, wo *xy* den See-Horizont, *AB* die Klippen, *ab* ihr Bild, und *vw* das Bild der See zwiſchen beiden, vorſtellt. Die Höhe der Klippen in *ab* war viel geringer als die in *AB*; doch könnte vielleicht *vw* nicht das Bild des Meers dicht an den Klippen, ſondern einer entfernten Stelle geweſen, und dadurch nur ein Theil des Bildes *ab* bedeckt worden ſeyn. In meinen Bemerkungen finde ich nichts, was hierüber entſcheiden könnte. Daſs inzwiſchen das Bild *ab* aufrecht ſtand, beweiſet das Uebereinſtimmen der obern Grenzen von *AB* und *ab*. Nachdem ich dieſes Schauſpiel einige Zeit betrachtet und abgezeichnet hatte, ohne daſs darin eine Veränderung wäre wahrzunehmen geweſen, drehte ich das Fernrohr weiter, und dann nach ungefähr 6 bis 7 Minuten wieder auf dieſelben Klippen zurück. Die Bilder *ab* und *vw* waren verſchwunden; doch zeigten ſie ſich in einiger Zeit wieder, gerade ſo wie zuerſt, verſchwanden aber kurz darauf, ohne wieder zu erſcheinen.

Bald nachher bemerkte ich ein Schiff *C*, deſſen Rumpf unter dem Horizonte *xy* war. Es ſegelte bei den Klippen *AB* vorbei, und das umgekehrte Bild deſſelben zeigte ſich an den Klippen, wie es Fig. 6 abbildet. Das Schiff blieb in gleicher Tiefe unter dem See-Horizonte, und die Erſcheinung deſſelben änderte ſich nicht, ob ich es gleich ſo lange verfolgte, bis es vor den Klippen vorbei war. Die-

ſe wurden von der Sonne beſchienen, und waren ſehr deutlich, doch ohne Bild darüber.

Nicht lange darauf entdeckte ich an den Klippen zwei Partial-Erhebungen der See *m, n*, (Fig. 7,) durch eine ungewöhnliche Refraction bewirkt. Sie veränderten ihre Geſtalt ein wenig, waren überall gleich deutlich, und verſchwanden wieder an dem Orte, wo ſie zuerſt erſchienen.

Auch zeigte ſich um dieſe Zeit ein ſehr dicker *Nebel*, der hinter dem Horizonte herauf ſtieg, ſich mit unglaublicher Geſchwindigkeit am Horizonte fortrollte, und beim Fortziehen ſich kräuſelte, wie zuweilen der Rauch, wenn er aus einem Schornſteine aufſteigt. Dies dauerte einige Zeit lang, und ich ſchlieſse daraus, daſs jenſeits des See-Horizontes ein ſtarker Nebel war.

Die letzte Erſcheinung dieſer Art, die ich wahrnahm, iſt in Fig. 8 abgebildet, wo *x y* den Meeres-Horizont, *a, b* zwei partiale Erhebungen der See, die bei *c* zuſammen ſtieſsen und ſich bis *d* fortzogen, und *e* eine zweite ſolche Partial-Erhebung der See bedeuten, dergleichen ich mehrere wahrnahm. Einige derſelben bewegten ſich mit einer ſehr groſsen Geſchwindigkeit dem Horizonte parallel fort, woraus ich ſchlieſse, daſs ſie, wenigſtens zum Theil, durch den Nebel, der hinter dem See-Horizonte herrſchte, bewirkt wurden. Denn ob ich gleich die Bewegung dieſer Bilder und des Nebels nicht zugleich ſah, ſo hatten doch beide gleiche Geſchwin-

digkeit, und bewegten ſich nach gleicher Richtung hin.

Ich habe hier nur die verſchiedenen durch ungewöhnliche Refractionen bewirkten Erſcheinungen, welche ich bemerkt habe, beſchrieben. Die mehrſten derſelben nahm ich in groſser Menge wahr. Jedes Schiff, jenſeits des See-Horizonts, gab Erſcheinungen dieſer Art, wiewohl nicht in gleichem Grade. Bei zwei Schiffen, die gleich tief, doch an verſchiedenen Stellen, unter dem Horizonte ſtanden, fing das umgekehrte Bild des einen nur ſo eben an zu erſcheinen, indeſs es beim andern faſt ſchon das ganze Schiff darſtellte. Doch bemerkte ich immer, daſs, wenn das Schiff tiefer unter den Horizont herabſtieg, allmählig immer mehr von dieſem Bilde zum Vorſchein kam, und das Bild zugleich in die Höhe ſtieg. Das Umgekehrte war bei Schiffen der Fall, die am Horizonte hinaufſtiegen, und von denen eins ein vollſtändiges verkehrtes Bild, ein anderes an einer andern Stelle nur einen Theil dieſes Bildes, und ein drittes gar kein ſolches Bild zeigten. Die Bilder waren im Ganzen aufs ſchärfſte begrenzt, ſchienen häufig eben ſo hell und beſtimmt als das Schiff ſelbſt, und waren von gleicher Gröſse mit dem Fahrzeuge. Bei Schiffen dieſſeits des See-Horizonts zeigte ſich kein Phänomen dieſer Art; auch war auf unſrer Küſte kein Nebel, und an den Schiffen in den Dünen und an South Foreland zeigten ſich keine ungewöhnlichen Erſcheinungen. Die gewöhnliche Refraction war damals ungewöhnlich

ſtark; denn ungeachtet der hohen Fluth ragten doch die Klippen von Calais beträchtlich über die Waſſerſchneide hervor, indeſs man ſie häufig bei hellem Wetter ſelbſt nicht von den Höhen um Ramsgate wahrnimmt. Auch zeigte ſich die franzöſiſche Küſte nach beiden Seiten hin bis zu einer viel gröſsern Weite, als ich das noch je geſehen hatte, beſonders nach Oſten zu, wo überhaupt die gewöhnliche Refraction am ſtärkſten zu ſeyn ſchien.

Während der fünf Wochen, die ich in Ramsgate zubrachte, fuhr ich täglich fort, alle Schiffe, die im Geſichtskreiſe waren, zu betrachten, ohne doch je wieder ähnliche Phänomene, wie die hier beſchriebnen, wahrzunehmen. Von ihnen iſt das von Huddart beobachtete weſentlich verſchieden, da das verkehrte Bild, welches er wahrnahm, unter dem Schiffe, und nicht, wie hier, darüber ſtand. Eine Erſcheinung dieſer Art bemerkte ich am 17ten Auguſt ungefähr um halb vier Uhr Nachmittags, ſo wie ſie in Fig. 9 gezeichnet iſt. *A* iſt das wahre Schiff, *B* das verkehrte Bild deſſelben, und *xy* der See-Horizont. Zwiſchen den beiden Rümpfen zeigten ſich einige ſchwache dunkle Flecken und Striche; doch lieſs ſich nicht erkennen, was ſie eigentlich waren. Das Schiff, von welchem dieſe beiden Bilder herrührten, war damals noch nicht ganz bis über den See-Horizont hinaufgekommen. Indem es ſich dem Horizonte näherte, nahm das verkehrte Bild allmählig ab, und verſchwand ganz, als das Schiff über dem See-Horizonte gänzlich hervortrat.

Es iſt uns nun noch übrig, die Urſach ſo äuſserſt ſonderbarer Erſcheinungen zu entwickeln. Der Gang der Lichtſtrahlen läſst ſich unmittelbar aus dem Phänomene ſelbſt abnehmen; und wir werden berechtigt ſeyn, auf einen Zuſtand der Luft zu ſchlieſsen, woraus ſich dieſer ungewöhnliche Weg der Lichtſtrahlen, den bekannten Brechungsgeſetzen gemäſs, herleiten läſst.

Es ſtelle *b z*, (Fig. 10,) die Oberfläche der See, *a b* einen Gegenſtand über derſelben, und *E* den Ort des Auges vor. Der Weg der äuſserſten Lichtſtrahlen nach der gewöhnlichen Refraction ſey *a r E*, *b s E*, und *E a'*, *E b'* berührende Linien dieſer Curven im Punkte *E*; ſo iſt *a'b'*, das Bild des Gegenſtandes, der gewöhnlichen Refraction gemäſs. Vergleichen wir hiermit den in Fig. 4 abgebildeten Fall, ſo iſt *a'b'* das dortige *a*; *b''a''* mag das untere verkehrte Bild *B*, und *a'''b'''* das obere aufrechte Bild *C* bedeuten. Zieht man daher *a''E*, *b''E* und *b'''E*, *a'''E*, ſo müſſen dieſe Linien die Richtungen darſtellen, unter welchen diejenigen, der aus den Punkten *a* und *b* ausfahrenden Lichtſtrahlen, welche die Bilder *b''a''* und *a'''b'''* erzeugen, ins Auge *E* kommen. Sie ſind mithin Tangenten der krummlinigen Bahn dieſer Lichtſtrahlen im Punkte *E*. Dieſe Bahnen ſelbſt mögen daher durch die krummen Linien *a n E*, *a m E*, *b v E*, *b w E* bezeichnet werden, und es kommt nur darauf an, eine Urſach aufzufinden, welche die Luftſtrahlen in dieſe Bahnen bringen kann.

Geſetzt, die brechende Kraft der Luft wäre über-all gleich, ſo würden die Lichtſtrahlen nach geraden Linien durch ſie durchgehen. Daher hängt die Krümmung im Gange der Lichtſtrahlen durch die Atmoſphäre von der Veränderung in der brechenden Kraft der Luft ab. Wofern daher die Luftmaſſe über *arE* ihre brechende Kraft ſchneller ändert, als die Luft, durch welche der Lichtſtrahl *arE* geht; ſo wird ein Lichtſtrahl, der durch jene Luftmaſſe über *arE* weggeht, ſtärker als *arE* gekrümmt werden, und es läſst ſich hieraus erklären, wie ein Lichtſtrahl die krummlinige Bahn *anE* annehmen könne, und wie, wenn ſich die brechende Kraft über *anE* noch ſtärker verändert, ein Lichtſtrahl ſelbſt in die Bahn *amE* gebracht werden kann. Daſſelbe gilt für die Strahlen *bvE*, *bwE* und deren Abweichung von *bsE*. Die Verſchiedenheit in der brechenden Kraft der Luft mag theils von den Veränderungen in der Dichtigkeit, theils von den Veränderungen in der Feuchtigkeit der Luft abhängen, und die Lichtſtrahlen leiden beim Durchgange durch die Grenzen des Nebels höchſt wahrſcheinlich eine beträchtliche Brechung. Daſs aber der Nebel an dieſem Phänomen gar groſsen Antheil hatte, das ſcheint mir die gleichmäſsige Bewegung des Nebels und der Bilder zu bewähren. Wirken alle dieſe Urſachen zuſammen, ſo können daraus leicht die beſchriebenen Phänomene entſtehen.*) Sind ſie bloſs in

*) Sie gehören alſo zu den beſondern Brechungen, die Huddart S. 275 erwähnt. *d. H.*

der Luftſchicht, durch welche die Strahlen *a m E*, *b w E* durchgehen, nicht aber in der Luftmaſſe, durch welche die Strahlen *a n E* und *b v E* gehen; ſo erſcheint bloſs ein aufrechtes und kein verkehrtes Bild. Wirken ſie bloſs im letztern aber nicht im erſtern Falle, ſo kommt allein ein verkehrtes Bild zum Vorſchein.

Die ſonderbaren und auſserordentlichen Phänomene, welche ich hier beſchrieben habe, und die man, ſo viel ich weiſs, noch nicht wahrgenommen hatte, können vielleicht dazu dienen, uns in der Kenntniſs der Veränderungen, welche in dem untern Theile des Luftkreiſes vorgehen, weiter zu bringen. Schickte man zur Zeit, wenn ſolche Phänomene ſich ereignen, ein Schiff, mit Barometern, Thermometern und Hygrometern im Raume und auf der Höhe des Maſtes verſehen, in die See, um über den See-Horizont hinaus und wieder zurück zu ſeegeln, und ein Beobachter am Lande, mit gleichen Inſtrumenten verſehen, bemerkte von Zeit zu Zeit ihren Stand und die Lage und Geſtalt der Bilder des Schiffs, ſo könnte das zu nützlichen Entdeckungen über den Zuſtand des Dunſtkreiſes und den Einfluſs deſſelben auf dieſe Inſtrumente führen.

II.

NACHRICHT

von einer merkwürdigen atmoſphäriſchen Refraction,

von

WILL. LATHAM, F. R. S. *)

Ich ſaſs den 26ſten Julius 1797 in meinem Speiſezimmer zu *Haſtings*, welches nahe an der Küſte und beinahe nach Süden zu liegt, als das Zuſtrömen der Menſchen nach dem Ufer meine Aufmerkſamkeit rege machte. Als ich nach der Urſach frug, hörte ich, daſs die franzöſiſche Küſte ſich den bloſsen Augen zeige. In der That überzeugte ich mich davon am Ufer ſogleich ſelbſt. Sogar mit nacktem Auge, ohne Teleſkop, konnte ich die Klippen an der franzöſiſchen Küſte wahrnehmen, die, wo ſie am nächſten liegt, doch 9 bis 11 deutſche Meilen entfernt iſt, und ſonſt auch mit Hülfe der beſten Fernröhre von jenem niedrigen Standpunkte aus nicht zu ſehen iſt. Sie ſchienen kaum eine deutſche Meile abzuliegen, und ſich einige Seemeilen längs der Küſte hinzuziehen.

Ich ging darauf die Küſte entlang nach Oſten zu, immer hart am Rande des Waſſers, und unterhielt mich mit Fiſchern und Schiffern über dieſes Phänomen. Anfangs wollten ſie ſich nicht von der

*) *Philoſoph. Transact.*, for 1798, p. 357—360.

Wirklichkeit der Erſcheinung überzeugen; aber bald wurden ſie völlig überzeugt, als die Klippen allmählig immer höher ſtiegen und näher traten, ſo ganz in ihrer Geſtalt, daſs ſie die einzelnen Plätze, die ſie zu beſuchen pflegten, erkannten und mir nachwieſen, z. B. die Bay, den alten Kopf, die Windmühle u. ſ. f. bei *Boulogne*, *St. Vallery*, und andere Plätze an der Küſte der Piccardie; Angaben, die ſie, als ſie durch ihr Fernrohr ſahen, beſtätigten. Dieſe Plätze ſchienen ihnen, wie ſie ſagten, ſo nahe zu ſeyn, als wenn ſie aus einer geringen Entfernung in dieſe Häfen einlaufen wollten.

Nachdem ich dieſen Anblick faſt eine Stunde lang genoſſen hatte, während der die Klippen zu einer Zeit deutlicher und näher, zu einer andern ſchwächer und ferner zu ſeyn ſchienen, doch nie aufhörten, ſichtbar zu ſeyn, erſtieg ich die öſtlichen ziemlich hohen Hügel, und hier zeigte ſich mir ein herrlicher Anblick. *Dovers* Klippen und die ganze franzöſiſche Küſte von Calais an bis St. Valery, (ja wie einige der Fiſcher behaupteten, ſogar bis nach Dieppe hin,) lag mir vor Augen; und mit dem Teleſkop entdeckte man ſehr deutlich die franzöſiſchen Fiſcherboote, wie ſie vor Anker lagen, und auf den Höhen die Häuſer und die Farbe des Bodens. Unſer Vorgebirge *Dengeneſs*, welches faſt 2 engliſche Meilen weit in die See vorſpringt, und beinahe 3½ deutſche Meile in gerader Linie von Haſtings abliegt, zeigte ſich, als ſtünde es dicht daran; eben ſo die Fiſcherboote und die Schiffe, welche zwiſchen bei-

den Plätzen ſegelten; dabei wurden ſie um ein Beträchtliches vergröſsert. *)

Dieſe

*) Die ganze Erſcheinung gehört, wie man ſieht, zu den auſserordentlichen *Hebungen* weit entlegener Gegenſtände, von denen ſchon Herr Woltmann (*Annal.* III, 408,) gezeigt hat, wie unſichtbare ſonſt unter dem Horizonte liegende oder bedeckte Gegenſtände ſo erhoben werden können, daſs ſie hoch über den Horizont hervortreten. Nach H. Woltmann's Bemerkungen (*Ann.* III. 430) ſind ſo ſtarke Hebungen faſt immer mit einer Spiegelung der Gegenſtände überwärts verknüpft, die zwar, nach dem, was er und Wetterling davon ſagen, in den mehreſten Fällen ſehr undeutlich und leicht zu verkennen iſt, aber doch von Vince und Ellicot wahrgenommen wurde, und die auch Latham und den Schiffern, welche er befrug, da ſie die Küſte und die Schiffe durch Fernröhre betrachteten, wohl ſchwerlich entgangen wäre, hätte ſie dieſes Mahl wirklich ſtatt gefunden. Dafür erwähnt Latham einer wirklichen *Vergröſserung* dieſer Gegenſtände, welche Nicholſon zwar ſehr bezweifelt, von der aber auch Woltmann bei auſserordentlichen Hebungen, und Gruber, wenigſtens bei dem umgekehrten Phänomen, der Depreſſion und den Spiegelungen herabwärts, (*Ann.* III, 444,) redet. Sollten etwa Klippen und Auge gerade nur dieſes Mahl beide über oder beide zugleich unter der Fläche der gröſsten Dichtigkeit gelegen haben, in welchem Falle, wie Huddart zeigt, (*Ann.* III, 264,) doppelte Bilder nicht möglich ſind? Oder ſollte Latham ſich getäuſcht, und

das

Dieſe ſonderbare Erſcheinung dauerte in ihrem höchſten Glanze bis nach acht Uhr, obſchon eine

das über den Klippen ſchwebende verkehrte, mit dem aufrechten zuſammenſtoſsende Bild überſehn haben? Das lieſse ſich wohl bei den Klippen, nicht aber bei den Schiffen denken. Oder ſind die ſtarken Hebungen nicht alle gleicher Urſach zuzuſchreiben, und giebt es manche mit, manche ohne alle Spiegelung überwärts?

Hier noch ein Beiſpiel eines ähnlichen Phänomens aus *Grönland*, welches Cranz in ſeiner *Hiſtorie von Grönland*, Aufl. 2, Th. 1, S. 65, erzählt: „Nichts hat mich mehr überraſcht, und iſt ſonderbarer anzuſehn, als wenn in heitern, warmen und ſtillen Sommertagen die von *Godhaab* 2 Meilen weſtlich entlegnen Inſeln (Kookörnen) ſich in einer ganz andern Geſtalt als in ihrer natürlichen darſtellen. Nicht nur ſieht man ſie, wie durch ein Fernrohr, *weit gröſser*, und alle Steine und die mit Eis angefüllten Ritzen ſo deutlich, als ob man nahe dabei ſtünde," (offenbar Lathams Phänomen;) „ſondern wenn dieſes eine Weile gewährt hat, ſo ſehn ſie alle wie ein einiges Land aus, und ſtellen einen Wald, oder eine geſchorne Baumwand vor." (Offenbar eine undeutliche Spiegelung oberwärts mit ſenkrechten Streifen nach dem Gegenſtande herabwärts, wie ſie Ann. III, 430 f., beſchrieben wird.) „Darauf ſieht man ſie allerlei ſeltſame Figuren, als Schiffe mit Segeln, Wimpeln und Flaggen, alte Bergſchlöſſer mit verfallnen Thürmen, Storchneſter, und hundert dergleichen Dinge vorſtellen, welche ſich in die Höhe oder Weite ziehn, und ſodann verſchwinden." (Dieſe Figuren entſtehen alſo höchſt wahrſcheinlich in dem Zeitpunkte, wenn die ver-

ſchwarze Wolke eine Zeit lang die Sonne bedeckte; dann erſt verſchwand ſie allmählig. Nach ſorgfältigen Erkundigungen, die ich einzog, wuſste keiner von den älteſten Einwohnern Haſtings, noch von den vielen Fremden, welche den Jahrmarkt, der gerade ſtand, beſuchen, ſich ein ähnliches Beiſpiel einer ſo mächtigen atmoſphäriſchen Refraction zu entſinnen. Auch in *Winchelſea* und mehrern andern Orten längs der Küſte hatte man dieſes Phänomen wahrgenommen.

dünnte Luftſchicht ſich mit der dichtern vermiſcht und wieder ins Gleichgewicht ſetzt.) „Die Luft iſt dann zwar ganz ſtill und klar, aber doch, wie bei ſehr heiſsem Wetter, mit ſubtilen Dünſten angefüllt, durch welche, nach meinem Gedanken, wenn ſie zwiſchen dem Auge und den Inſeln in einem gehörigen Abſtande ſich befinden, die Objekte ſich wie durch ein convexes Glas weit gröſser vorſtellen," (vielmehr wegen ähnlicher Gründe wie die, Ann. III, 392) „und gemeiniglich folgt ein Paar Stunden darauf ein ſanfter Weſt-Wind mit einem ſichtbaren Nebel, da denn dieſes Naturſpiel gleich ein Ende hat. Etwas ähnliches", fügt C r a n z hinzu, „habe ich bei *Bern* und *Neufchatel* an den einige Stunden ſüdlicher liegenden Gletſchern beobachtet. Wenn ſie ſich näher, deutlicher und gröſser als gewöhnlich vorſtellen, ſo rechnet der Landmann auf einen baldigen Regen, der ſich auch gemeiniglich den folgenden Tag einſtellt. Und die Tatarn an der Mündung des Jeniſei in *Sibirien* halten es für einen Vorboten des Sturms, wenn die Inſeln gröſser ſcheinen. (Gmelins Reiſe, Th. 3, S. 129.)" *d. H.*

Beiliegendem getreuen Journale des Thermometer-Standes zu Folge war dieſer Tag auſserordentlich heiſs. *) Ein Barometer hatte ich nicht bei der Hand. Die Fluth trat, ſo wie ich mich beſinne, zu Haſtings ungefähr um 2 Uhr Nachmittags ein. Dieſer Tag ſowohl, als die drei vorhergehenden waren auſserordentlich ſchön und heiter, und nicht ein Lufthauch den ganzen Tag über zu merken. Aber die ſchmalen Wimpel auf den Maſten der Fiſcherbote, die im Hafen lagen, zeigten am Morgen auf alle Striche der Windroſe.

*) „Vom 8ten bis zum 19ten Jun. war, mit Ausſchluſs eines wolkigen und eines ſtürmiſchen Tages, das Wetter beſtändig ſchön und heiter; der Wind war im ganzen Süd Weſt und Weſt und das Fahrenh. Thermometer ſtand um 10 Uhr Morgens auf 62° bis 76°."

		Thermometerſt. um 10 Uhr M.	
den 20ſten	Regen, Wind	67°	S. W. Wind
21 —	ſchön, Wind	65°	S. W.
22 —	Regen	61°	S.
23. 24. 25	ſchön	66°	S. dann S. W.
26	ſchön, vollk ſtill.	60°	S. W.
	um 5 Uhr Abends	76°	S. W.
27	ſchön	72°	S. W.
28	ſchön	70°	S.
29	ſchön	72°	O.
30	Regen	70°	S. W.

III.

MECHANISCHE UNTERSUCHUNGEN
über die Schwingungszeit der Unruhe in Taſchenuhren und in MUDGE's *Zeithaltern,*

von

GEORGE ATWOOD, Esq. F. R. S.*)

Inſtrumente, um die Zeit mittelſt oſcillirender Bewegungen zu meſſen, ſind ſchon zu Anfang des ſechzehnten Jahrhunderts erfunden worden. Anfangs bediente man ſich dazu, (ſowohl in Thurm- als in Taſchenuhren,) allgemein der Unruhe, (*balance,*) und erſt im Jahre 1657 wurde durch Huyghens der Pendel mit Uhrwerken verbunden. In den älteſten Uhren, von denen man noch jetzt einige beſitzt,

*) Ausgezogen aus den *Philoſoph. Transact.* for 1794, pag. 119—168; und dabei in der Form der Rechnungen geändert vom Herausgeber. Leſer, welche dieſe Materie und die ſinnreiche Einrichtung der Mudgiſchen Hemmung intereſſirt, ohne daſs ſie vielleicht dem Calcul gehörig folgen könnten, mögen die mathematiſchen Sätze und die Anmerkungen überſchlagen, (in die ich die mathematiſchen Entwickelungen gröſstentheils verſetzt habe,) oder die Formeln des Textes als hiſtoriſche Data nehmen, ſo wird auch für ſie dieſe Abhandlung vielleicht verſtändlich und genügend ſeyn.

d. H.

ſchwingt die Unruhe allein durch den Stoſs der Räder, ohne allen Regulator, hin und her. Der Anſtoſs des Rades treibt ſie nach einer Richtung fort, bis ein zweiter Stoſs von entgegengeſetzter Richtung ſie hemmt und zurückwirft, wobei ihr Lauf hin und her ſehr ungleich und unregelmäſsig werden muſste.

Des Dr. Hooke's ſcharfſinnige Erfindung, eine elaſtiſche Stahlfeder mit der Unruhe in Verbindung zu bringen, half dieſer Unvollkommenheit gröſstentheils ab. Sie wirkt auf die Unruhe faſt eben ſo, wie die Schwere auf den Pendel. Beide helfen den Unregelmäſsigkeiten im Stoſse und im Widerſtande nach, die ohnedies die Gleichzeitigkeit der Schwingungen gar ſehr ſtören würden. Seitdem iſt die Einrichtung der Taſchenuhren, beſonders durch engliſche Künſtler, noch ſehr verbeſſert worden, und bis zu einem Grade von Vollkommenheit gediehen, den wir in den neueſten *Taſchenuhren* und in den zur Geographie, Schifffahrt und Aſtronomie unentbehrlichen *Zeithaltern* mit Recht bewundern.

Die Grundſätze, wonach die *Zeithalter* gebauet ſind, eröffnen ein Feld intereſſanter theoretiſcher Unterſuchungen. Es iſt ſchon an ſich ergötzend, das Spiel einer Maſchine, in welcher der Einfluſs der Friction und andrer unregelmäſsiger Kräfte faſt ganz aufgehoben iſt, mit den allgemeinen Geſetzen der Bewegung zu vergleichen; und das Intereſſe wächſt, wenn dieſe Unterſuchung praktiſche Vortheile verſpricht. — In den Zeithaltern wird alles Unregelmäſsige beim Stoſse und Widerſtande nicht

bloſs durch die Genauigkeit, womit jeder Theil des Werks gearbeitet iſt, möglichſt vermieden, ſondern auch durch die erhaltende, gleichförmig wirkende Kraft der das Werk treibenden Hauptfeder verbeſſert. Denn was die Unruhe durch irgend einen Widerſtand an Bewegung verliert, wird ihr durch dieſe erhaltende Kraft wieder erſetzt, ſo daſs ſie, ſo genau es nur immer möglich iſt, ſtets Bogen von gleicher Länge durchſchwingt.

Der wahre und eigentliche Zeitmeſſer in dieſen Maſchinen iſt die Unruhe; alle übrige Theile dienen bloſs, die Bewegung derſelben fortzupflanzen, und die Zeit, wie ſie durch die Schwingungen der Unruhe gemeſſen wird, anzuzeigen. Die Regelmäſsigkeit eines Zeithalters hängt daher von der Gleichzeitigkeit in den Schwingungen der Unruhe ab, und dieſe Schwingungszeit den Bedingungen, von denen ſie abhängt, gemäſs zu beſtimmen, iſt der Gegenſtand der folgenden Unterſuchung.

Unruhen mit einer Stahlfeder.

Es ſey *PMNS*, (Taf. III, Fig. 1,) der Umfang der Unruhe, welche durch die Kraft in Schwingungen geſetzt wird, die eine elaſtiſche Spiral- oder Schneckenfeder, (*ſpiral or helical ſpring,*) denn beides iſt für dieſe Unterſuchung einerlei, auf eine Spindel, welche durch den Mittelpunkt *C* der Unruhe geht, ausübt. Ihre Bewegung werde auf den feſten Kreis *ODBE* bezogen, den man ſich mit dem Umfange der Unruhe ſich deckend vorſtellen muſs,

und der nur der gröſsern Deutlichkeit halber in einiger Entfernung von der Unruhe gezeichnet iſt. Durch die Lage des Halbmeſſers *CA* läſst ſich die jedesmahlige Lage der Unruhe und ihre ganze Bewegung beſtimmen, daher wir im Folgenden nur auf dieſen zu ſehn brauchen. Dieſer Halbmeſſer ſtehe im Falle der Ruhe auf *O*, ſo iſt *O* der *Punkt der Ruhe* für die ſich ſchwingende Unruhe und für die Stahlfeder, die dann in ihrer natürlichen Lage iſt, und folglich keine Kraft auf Spindel und Unruhe ausübt. Wird dagegen die Unruhe, und mithin auch die Spiralfeder, um den Winkel *OCB* gedreht, ſo ſucht dieſe vermöge ihrer Elaſticität die vorige Lage wieder anzunehmen, und treibt folglich, wenn ſie ungeſtört wirken kann, die Unruhe mit beſchleunigter Bewegung durch den Bogen *BO* zurück. In *O* hört ihre beſchleunigende Kraft auf, und wirkt weiterhin der Bewegung der Unruhe, (welche mit der erlangten Geſchwindigkeit über *O* hinaus zu ſchwingen ſucht,) entgegen, daher dieſe dann den Bogen *OE* mit retardirter Bewegung durchläuft.

Ich ſetze voraus, daſs die Kraft der Elaſticität in der Spiralfeder zu entgegengeſetzten Seiten des Ruhepunkts *O*, in Punkten, die gleich weit von demſelben abſtehn, gleich iſt; und daſs die Wirkung der Friction und anderer Unregelmäſsigkeiten, welche die Unruhe zu retardiren ſtreben, durch die erhaltende Kraft der Hauptfeder compenſirt werden, ſo daſs die Zeit des beſchleunigten

Schwunges von *B* bis *O* dem des retardirten von *O* bis *E* völlig gleich iſt, mithin der Punkt *O* den ganzen Schwingungsbogen *BOE* halbire. Iſt das der Fall, ſo hängt die Schwingungszeit der Unruhe noch von folgenden Gröſsen ab, die gegeben ſeyn müſſen, wenn man dieſe Schwingungszeit aus theoretiſchen Gründen beſtimmen will.

1. Die *Kraft der elaſtiſchen Stahlfeder*, für jeden gegebenen Winkel *OCD*, um den die Unruhe gedreht iſt, und das *Geſetz*, wonach ſie von einem Punkte *B* an die Unruhe bis zum Ruhepunkte *O* beſchleunigt.

2. Das *Gewicht*, (die Maſſe,) der Unruhe und der Theile, welche zugleich mit ihr ſchwingen.

3. Der *Halbmeſſer CO* der Unruhe, und der Abſtand *CG*, des *Mittelpunkts des Schwunges G*, von der Achſe der Bewegung *C*.

4. Die *Länge* des halben Schwingungsbogens *BO*.

Die Achſe der Unruhe ſtehe horizontal, mithin die Spiralfeder und die Unruhe in einer Vertical-Ebene. An einem Faden, der um den Umfang der Unruhe geſchlagen iſt, hänge das Gewicht *P*, (Fig. 2,) frei herab, und in dieſer Lage ſey die Unruhe um den Winkel *OCD* vom Ruhepunkte ab gedreht. Im Falle der Ruhe und des Gleichgewichts iſt dann das Gewicht *P* der Kraft der elaſtiſchen Stahlfeder im Punkte *D*, d. h., wenn die Unruhe um den Bogen *OD* gedreht iſt, gleich. — Aus vielen ſolchen Verſuchen hat man gefunden, daſs die *Kraft der elaſtiſchen Stahlfeder* ſehr nahe den

Bogen oder Winkeln *OG*, *OH*, *OI* proportional iſt, um welche die Unruhe vom Ruhepunkte abgedreht iſt, *) und daſs Geſtalt, Länge und Anzahl der Windungen ſich bei einer elaſtiſchen Stahlfeder allemahl ſo gegen einander abwägen laſſen, daſs ihre Kraft genau den Drehungswinkeln der Unruhe, (oder, wie man das auch auszudrücken pflegt, den Spannungen der Feder,) proportional iſt, wenigſtens ſo weit ſich das durch ſolche Verſuche beſtimmen läſst. Ich lege daher bei den folgenden Unterſuchungen dieſes als *das Geſetz für die Kraft der Elaſticität* unſerer Stahlfeder zum Grunde. **)

Der *Mittelpunkt des Schwunges* läſst ſich bei einem regelmäſsigen Körper, den Lehrſätzen der Mechanik gemäſs, ohne Schwierigkeit beſtimmen. Man findet ſeinen Abſtand von der Achſe der Schwingung, wenn man die Summe aller Momente der Trägheit durch das Gewicht des Körpers dividirt und daraus die Quadratwurzel zieht. Bei ei-

*) **Berthoud** *Traité des Horloges marines*, p. 49.

**) Das iſt alſo daſſelbe Geſetz, welches bei dem Coulombſchen und Cavendiſhſchen Windungs-Apparate für den gewundenen Draht, (*Ann.*, II, 27,) und beim Pendel für unendlich kleine Schwingungsbogen gilt, wodurch ſich dieſe Unterſuchung aufs ſchönſte an die Lehre vom Pendel und die *Cavendiſhſche* Abhandlung, *Ann.*, II, 1, anſchlieſst. Bemerkungen über die Gültigkeit dieſes Geſetzes und den davon abhängigen Iſochronismus der Schwingungen, findet man weiter unten S. 16. *d. H.*

her unregelmäſsigen Geſtalt des ſchwingenden Körpers kann man ſich mit Verſuchen helfen, durch die man den Schwerpunkt und daraus den Mittelpunkt der Schwingung findet. *)

Es ſey der Halbmeſſer der Unruhe CA oder $CO = r$; der halbe Schwingungsbogen $BO = b$; der Bogen $OD = a$; die Kraft, womit die elaſtiſche Stahlfeder auf einen Punkt im Umfange der Unruhe, wenn ſie um OD gedreht iſt, wirkt, $= P$; das Gewicht der Unruhe und der mit ihr ſchwingenden Theile $= M$; und der Abſtand des Mittelpunkts des Schwunges von der Achſe der Bewegung, $CG = e$. Alsdann iſt die Kraft, welche dazu gehört, das Beharrungsvermögen der Unruhe zu überwinden und die Maſſe derſelben in Bewegung zu ſetzen, auf den Umfang der Unruhe reducirt, gleich $\frac{Me^2}{r^2}$; und daher die Kraft, welche die Unruhe an ihrem Umfange beſchleunigt, wenn ſie von dem Punkte der Ruhe an, durch den Winkel OCD gedreht iſt, $\frac{P \cdot r^2}{M \cdot e^2}$. **) Dieſe beſtändige

*) S. *Treatiſe on the rectilinear motion and rotation of Bodies*, p. 226 and 301.

**) Denn da die Schwingungen ſo vor ſich gehen, als wäre die ganze Maſſe M eines Körpers im Mittelpunkte des Schwunges vereinigt, und das Uebrige ohne Schwere; ſo iſt das Beharrungsvermögen einer Kraft M proportional, welche in der Entfernung g

und unveränderliche Kraft wollen wir mit F bezeichnen; ſo iſt $F = \frac{P \cdot r^2}{M \cdot e^2}$. Da nun die beſchleunigenden Kräfte den Bogen proportional ſind, um welche die Unruhe vom Ruhepunkte O ab gedreht iſt; ſo beträgt die *beſchleunigende Kraft* für jeden Bogen $OH = x$, um welchen die Unruhe vom Ruhepunkte ab gedreht wird, $\frac{Fx}{a}$, und daher die Geſchwindigkeit, welche durch dieſe veränderliche Kraft beim Zurückſchwingen durch den Bogen BH von H nach O zu erzeugt wird, $\sqrt{\frac{2gF.(b^2 - x^2)}{a}}$;*) eine *Geſchwindigkeit*, welche

von der Achſe der Drehung wirkte. Dieſe Kraft auf die Entfernung r von der Achſe der Drehung reducirt, iſt gleich $\frac{M \cdot e^2}{r^2}$, (*Ann.*, II, 40, Anm.:) und da bei einer gegebenen bewegenden Kraft P, die Beſchleunigung deſto geringer wird, je gröſser die zu bewegende Maſſe iſt; ſo iſt die Beſchleunigung im Punkte D gleich $P : \frac{Me^2}{rc^2}$. *d. H.*

*) In dem nächſten unendlich kleinen Zeittheilchen dt nimmt, wenn die Unruhe von B nach O zu, das heiſst, der beſchleunigenden Kraft $\frac{Fx}{a}$ gemäſs, ſchwingt, der Bogen $OH = x$ um dx ab, oder um $-dx$ zu. Da nun für alle ungleichförmige Bewegungen, (wenn s, v, p die zuſammengehörigen Räume, Geſchwindigkeiten und beſchleu-

die *Unruhe*, ſowohl beim Zurück- als auch beim Hinſchwingen, hat, wenn der Index *CA* im Punkte *H* anlangt. Setzt man folglich, daſs die Unruhe τ Sekunden Zeit beruht, um den Bogen *BH* zu durchſchwingen, und daſs die halbe Schwingungszeit von *B* bis *O*, t' Sekunden betrage, ſo iſt $\tau = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times \text{Arc. Coſ.} \frac{x}{b}$; *) und die *halbe Schwingungszeit der Unruhe*, welche auf den Schwung durch den Bogen *BO*, ſowohl hin als zu-

nigenden Kräfte ſind, und $\frac{a}{b}$ die Fallhöhe eines von der Kraft der Schwere, als Krafteinheit beſchleunigten Körpers während der erſten Sekunde bedeutet,) $v\,dv = 2p\,g\,ds$ iſt; ſo muſs in unſerm Falle $v\,dv = 2 \cdot \frac{Fx}{a} \cdot g \cdot - dx$, oder $v\,dv = - \frac{Fg}{a} \cdot 2x\,dx$, mithin integrirt, $v^2 = \text{Conſt.} - \frac{2Fg}{a} \cdot x^2$ ſeyn. Nun gehört zum Bogen $OB = b$ die Geſchwindigkeit o. Folglich iſt $0 = \text{Conſt.} - \frac{Fb^2}{2a}$, alſo $\text{Conſt.} = \frac{Fb^2}{2a}$ und $v^2 = \frac{2Fg \cdot (b^2 - x^2)}{a}$ oder die Geſchwindigkeit $v = \sqrt{\frac{2gF\,(b^2 - x^2)}{a}}$. *d. H.*

*) Das × zwiſchen den beiden Faktoren dieſer Formel ſoll anzeigen, daſs das Wurzelzeichen bloſs auf den erſten Faktor, nicht auf den zweiten zu

rück, vergeht, das iſt, $t = \sqrt{\frac{\pi^2 a}{8 . g . F}}$, wenn π die Zahl Ludolphs von Cölln, 3,1415 etc., und g die Höhe bedeutet, welche ein Körper, von der Schwere getrieben, durch freien Fall im luftleeren Raume, in der erſten Sekunde durchfällt, folglich $g = 193$ engliſche Zoll iſt. *)

Geſetzt, der Bogen a, der in dieſer Formel in Theilen des Halbmeſſers r der Unruhe, (als Ein-

beziehn iſt. Geht es auf mehrere Faktoren, ſo verbinde ich dieſe durch einen Punkt. *d. H.*

*) Da für jede ungleichförmige Bewegung $v = \frac{ds}{dt}$, mithin $dt = \frac{ds}{v}$ iſt; für die Unruhe aber das Differential des Weges $- dx$, das Differential der Zeit $d\tau$, und die Geſchwindigkeit im Punkte H $= \sqrt{\frac{2 g.F}{a}} . \sqrt{(b^2 - x^2)}$ iſt; ſo folgt daraus $d\tau = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times \frac{- dx}{\sqrt{(b^2 - x^2)}}$, und dieſes integrirt, giebt $\tau = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times$ *Arcus Coſinus* $\frac{x}{b}$, indem für $x = b$, $\tau = 0$, mithin auch *Conſt.* $= 0$ iſt. Für den halben Schwingungsbogen BO iſt $x = 0$, folglich $\frac{x}{b} = 0$ und *Arcus Coſinus* $\frac{x}{b}$ $= \frac{1}{2}\pi$ oder gleich dem Quadranten, daher die halbe Schwingungszeit $t = \sqrt{\frac{a}{2gF}} \times \frac{1}{2}\pi$ oder $\sqrt{\frac{\pi^2 a}{8gF}}$ Sekunden beträgt. *d. H.*

heit,) ausgedruckt iſt, enthalte c Grade, ſo muſs ſich verhalten $180^\circ : c^\circ = \pi r : a$, mithin $a = \frac{\pi r c^\circ}{180^\circ}$ ſeyn. Setzt man dieſe Gröſse, und dann auch für F ſeinen Werth $\frac{Pr^2}{Me}$ in die vorige Formel, ſo findet ſich die halbe Schwingungszeit $t = \sqrt{\frac{\pi^3 r \,.\, c^\circ}{8Fg \,.\, 180^\circ}} = \sqrt{\frac{M\pi^3 e^2 \,.\, c^\circ}{8Prg \,.\, 180^\circ}}$. Für den Fall, daſs der gegebene Bogen c, (zu dem die Kraft der Stahlfeder P gehört,) 90° beträgt, wird $t = \sqrt{\frac{M\pi^3 e^2}{16Prg}}$.

Dieſe Ausdrücke gelten für *jede beliebige Geſtalt der Unruhe.* Beſteht ſie aus einer *cylindriſchen Platte*, ſo iſt die Entfernung des Schwingungspunktes von der Achſe der Bewegung $e = \frac{r}{\sqrt{2}}$, und dann wird die halbe Schwingungszeit $t = \sqrt{\frac{M\pi^3 r}{32 \,.\, P \,.\, g}}$. Mehrentheils ſind die Unruhen in den Taſchenuhren ſo geſtaltet, daſs der Mittelpunkt des Schwunges in ihnen beinahe da liegt, wo er für eine cylindriſche Scheibe von gleichförmiger Dicke liegen würde, daher dieſe Formel die halbe Schwingungszeit der Unruhe in einer Taſchenuhr ohne merkbaren Fehler giebt. *)

*) Um meine Theorie mit der Erfahrung vergleichen zu können, wandte ich mich an Earnſhaw, deſ-

Daraus, daſs $t = \sqrt{\frac{\pi^3 r \,.\, c^o}{8Fg \,.\, 180^o}}$ iſt, folgt $F = \frac{\pi^3 \,.\, r \,.\, c^o}{8gt^2 \,.\, 180^o}$; eine Formel, nach der ſich die Gröſse der *beſchleunigenden Kraft der Stahlfeder* durch Rechnung finden läſst. Nun ſind Taſchenuhren und Zeithalter in der Regel ſo ajuſtirt, daſs die Unruhe in einer Sekunde 5 Schwingungen macht, und alſo die Zeit einer halben Schwingung, t, $\frac{1}{10}$ Se-

ſen treffliche Zeithalter berühmt ſind, und er ſtellte mit der Unruhe aus einer Kendalſchen Uhr, die nach Harriſon's Grundſätzen verfertigt war, und die Cook auf ſeiner dritten Reiſe um die Welt mitgenommen hat, die nöthigen Verſuche an. Nach dieſen betrug der Durchmeſſer der Unruhe $2\frac{1}{4}$ Zoll, das Gewicht derſelben und aller mit ihr ſchwingenden Theile 42 Gran, und die Gewichte, welche an dem Umfange der Unruhe ziehn muſsten, um ſie durch einen Bogen von 180° zu drehen, 48, durch einen Bogen von 90°, 24 Gran. Mithin war hier $M = 42$ Gran, $r = 1\frac{1}{8}$ Zoll, $P = 24$ Gran. Zugleich iſt $\pi = 3{,}14159$, und $g = 193$ engliſche Zoll. Berechnet man aus dieſen Zahlen t, mit Hülfe der Logarithmen, nach der letztern Formel, ſo findet ſich die halbe Schwingungszeit der Unruhe 0,0994 Sekunden. Nun aber macht die Unruhe, wenn ſie für mittlere Zeit ajuſtirt iſt, in einer Sekunde 5 Schwingungen, mithin iſt die halbe Schwingungszeit dann 0,1 Sekunde. Der Unterſchied zwiſchen Rechnung und Erfahrung beträgt folglich nur 0,0006 Sekunden.

Atwood.

kunde mittlerer Zeit beträgt. Für alle ſolche Uhren iſt folglich *die Kraft F*, welche den Umfang der Uuruhe beſchleunigt, wenn die Unruhe um c° vom Punkte der Unruhe abgedreht wird, $= 2{,}00817852 \,.\, r \,.\, \frac{c^{\circ}}{180^{\circ}}$, und die *beſchleunigende Kraft bei einem Drehungswinkel von* 90° $= 1{,}00408926 \,.\, r$, im Vergleiche nämlich mit der Schwere, (zu der die Fallhöhe $g = 193$ engliſchen Zollen gehört,) als Krafteinheit. Hat folglich die Unruhe einer ſolchen Uhr 1 Zoll im Halbmeſſer, ſo wird ſie bei einem Drehungswinkel von 90° von einer Kraft beſchleunigt, die 1,00408926 von der Schwerkraft iſt.

In den Formeln für die halbe Schwingungszeit der Unruhe kommt die Gröſse des halben Schwingungsbogens $b = BO$ nicht mit vor. Dieſe hat alſo gar keinen Einfluſs auf die Schwingungszeit, und die Unruhe mag durch groſse oder kleine Bogen ſchwingen, immer iſt ihre Schwingungszeit dieſelbe. Dieſer *Iſochronismus* findet aber nur dann ſtatt, wenn die beſchleunigende Kraft der Stahlfeder den Drehungswinkeln genau proportional iſt. Iſt dieſes nicht in völliger Strenge der Fall, ſo gehören zu gröſsern und kleinern Schwingungsbogen ungleiche Schwingungszeiten, und die daraus entſpringende tägliche Veränderung im Gange eines Zeithalters iſt ſchon merklich, wenn gleich das Geſetz der beſchleunigenden Kraft nur höchſt wenig, z. B. um 0,001, von dem Angenommenen abweicht. Denn iſt

iſt die beſchleunigende Kraft nicht den Windungswinkeln, (das heiſst, den erſten Potenzen derſelben,) ſondern z. B. der 0,999ſten Potenz der Drehungswinkel proportional; ſo wird das, falls der halbe Schwingungsbogen der Unruhe von 135° bis auf 127° abnimmt, eine Veränderung im täglichen Gange der Uhr von + 2″,62 geben. *) Und doch ſind die

*) Sind die beſchleunigenden Kräfte den *n*ten Potenzen der Drehungswinkel proportional, mithin $= \frac{F \cdot x^n}{a^n}$, ſo erhält man, (dieſen Werth ſtatt p in die Formel $v\,d\,v = 2\,p\,g\,d\,s$ geſetzt,) auf dieſelbe Art, wie vorhin, die Geſchwindigkeit der Unruhe, wenn ſie beim Zurückſchwingen von B in H anlangt, $v = \sqrt{\frac{4Fg \cdot (b^{n+1} - x^{n+1})}{(n+1)\,a^n}}$, und die Zeit der halben Schwingung $t = \sqrt{\frac{(n+1)\,a^n}{4Fg}} \cdot \int \frac{-dx}{\sqrt{(b^{n+1} - x^{n+1})}}$, wenn man nämlich den Werth nimmt, der dieſem Integral zukommt, falls x von b bis o abnimmt. Für einen andern halben Schwingungsbogen c, würde die Zeit einer halben Schwingung betragen, $t' = \sqrt{\frac{(n+1)\,a^n}{4Fg}} \cdot \int \frac{-dx}{\sqrt{(b^{n+1} - x^{n+1})}}$, wenn man den Werth dieſes Integrals, falls x von c bis o abgenommen hat, nimmt. Alſo verhalten ſich die beiden Schwingungszeiten $t : t' = \frac{1}{b^{\frac{n+1}{2}}}$

Gewichte, mittelſt derer man das Geſetz für die Zunahme der Kraft der elaſtiſchen Stahlfeder durch

$$\int \frac{-dx}{\sqrt{\left(1-\left(\frac{x}{b}\right)^{n+1}\right)}} \quad : \quad \frac{1}{c^{\frac{n+1}{2}}}$$

$$\int \frac{-dx}{\sqrt{\left(1-\left(\frac{x}{c}\right)^{n+1}\right)}},$$ unter jener Bedingung;

oder da unter ihr die zweite Integralgröſse aus der erſten entſteht, wenn man in ihr ſtatt x, $\frac{bx}{c}$ ſetzt, beide ſich folglich wie $\frac{bx}{c} : x$ oder wie $b : c$ verhalten; ſo iſt das Verhältniſs $t : t' = \frac{b}{b^{\frac{n+1}{2}}}$ $: \frac{c}{c^{\frac{n+1}{2}}}$, oder $= b^{\frac{1-n}{2}} : c^{\frac{1-n}{2}}$ oder $= 1$ $: \left(\frac{c}{b}\right)^{\frac{1-n}{2}}$. Nimmt daher der Schwingungsbogen einer nach mittlerer Zeit ajuſtirten Uhr von b bis c ab; ſo wächſt die Schwingungszeit in 24 Stunden nach dem umgekehrten Verhältniſſe, oder um $24 \cdot \left(\left(\frac{b}{c}\right)^{\frac{1-n}{2}} - 1\right)$ Stunden. Je nachdem in dieſer Formel $n = 1$, oder kleiner oder gröſser als 1 iſt, das heiſst, je nachdem die beſchleunigende Kraft der Stahlfeder in demſelben Verhältniſſe als die Drehungswinkel der Unruhe, oder in einem kleinern oder gröſsern Verhältniſſe wachſen, leidet folglich der Gang der Uhr bei abnehmendem Schwingungsbogen gar keine Verände-

Verſuche beſtimmen kann, (wie die folgende Tabelle ausweiſt,) in beiden Fällen ſo wenig von einander verſchieden, daſs man leicht einſieht, wie viel daran fehlt, daſs ſich dieſes Geſetz durch ſolche Verſuche hinlänglich genau beſtimmen lieſse.

rung, oder wird beſchleunigt, oder retardirt. Umgekehrt kann man, indem man den Gang eines Zeithalters und die Gröſse des Schwingungsbogens ſeiner Unruhe beobachtet, aus den zuſammengehörigen Veränderungen beider, darauf zurück ſchlieſsen, ob die Elaſticität der Stahlfeder genau den Drehungswinkeln proportional iſt, oder ob ſie in einem gröſsern oder kleinern Verhältniſſe als dieſe zunimmt — Der halbe Schwingungsbogen einer nach mittlerer Zeit ajuſtirten Taſchenuhr betrage z. B. $135° = b$, nehme um $8°$, d. i. bis $127° = c$ ab; ſo entſteht, wenn die Elaſticität der Stahlfeder den 0,999 Potenzen der Drehungswinkel proportional, $n = 0,999$ iſt, eine Veränderung im täglichen Gange der Uhr von $24 \cdot \left(\left(\frac{135}{127}\right)^{\frac{1}{2000}} - 1\right)$ Stunden, $= 2'',62$.

Wenn die Stahlfeder um 90° durch ein angehängtes Gewicht von 9 Gran gedreht wird, ſo gehört

zu einem Drehungswinkel x	falls die Kraft der Feder proportional iſt: 1. den Drehungswinkeln, oder gleich $9 \cdot \left(\frac{x}{90}\right)$ Gran		2. den 0,999 Potenzen des Drehungswinkels, oder gleich $9 \cdot \left(\frac{x}{90}\right)^{0,999}$ Gran *)	
von				
10°	1	—	1,002199	—
20°	2	—	2,003010	—
30°	3	—	3,003298	—
40°	4	—	4,003245	—
50°	5	—	5,002940	—
60°	6	—	6,002433	—
70°	7	—	7,001759	—
80°	8	—	8,000942	—
90°	9	—	9,000000	—

Die Abweichung im täglichen Gange der Uhr, in ſo fern ſie von dieſer Urſach abhängt, kann wahrſcheinlich bis auf 20 oder 30″ ſteigen, ohne daſs die Unterſchiede in den Gewichten merklich genug würden, daſs man ſie in den Verſuchen gewahr werden könnte. Man kann daher nicht verlangen, das *Geſetz für die Kraft der Stahlfeder* durch ſolche Verſuche zu beſtimmen. Am beſten, man nimmt es für alle theoretiſche Unterſuchungen ſo an, wie es der wahre Iſochroniſmus der Unruhe fordert, das heiſst, daſs die Elaſticität genau

*) $9 \cdot \left(\frac{x}{90}\right)^{0,999} - 9 \cdot \frac{x}{90}$ iſt ein *Maximum* für $x = 90° \cdot 0,999^{1000}$, das iſt, für $x = 33° 5' 33''$.

den Drehungswinkeln proportional iſt, und fügt dann für jede Stahlfeder, auf die man die Theorie anwenden will, eine Correction hinzu, ſo gut ſie ſich finden läſst, welches um ſo nöthiger iſt, da manche Stahlfedern eine gröſsere, andere eine kleinere Elaſticität als nach dieſer Annahme haben, es auch keine beſſere allgemeine Annahme giebt.

Unruhen mit mehrern Stahlfedern.

Bis hierher haben wir die Schwingungen einer Unruhe, die nur von Einer Stahlfeder getrieben wird, unterſucht. Man hat aber auch Uhren, worin die *Unruhe unmittelbar von zwei und mehrern elaſtiſchen Stahlfedern bewegt wird.* Aelterer Beiſpiele zu geſchweigen, ſo hat in unſern Tagen der berühmte Uhrmacher Mudge eine neue und ſehr ſinnreiche Einrichtung erfunden, um die Wirkung mehrerer Stahlfedern ſo zu vereinigen, daſs ſie die Unruhe abwechſelnd in jedem der halben Schwingungsbogen treiben. Ich dehne meine Unterſuchung über dieſen Fall hier um ſo lieber aus, da ſie uns Gelegenheit geben wird, einige etwas verſteckte Umſtände bei der Wirkung der Stahlfedern auf die Schwingungen der Unruhe aufzuhellen.

Zwei Stahlfedern mögen ſo an der Unruhe angebracht ſeyn, daſs ſie von beiden *nach einerlei Richtung* getrieben wird. Fällt der Punkt der Ruhe für beide Federn einzeln genommen zuſammen, ſo wirken beide, ihre Stärke ſey auch noch ſo verſchieden, gerade ſo auf die Unruhe, als eine ein-

zige Stahlfeder, die ſo ſtark als beide zuſammengenommen iſt, vorausgeſetzt, daſs für beide ein gleiches Geſetz der Elaſticität gilt. Fällt aber der Punkt der Ruhe für beide nicht zuſammen, ſo iſt die Bewegung anders, und muſs beſonders unterſucht werden.

Es ſey der Punkt der Ruhe für die ſtärkſte Feder an der Unruhe, welche ich im Folgenden die *Unruhfeder* nennen will, in O, (Fig. 3,) und für die ſchwächere Feder, welche ich, zum Unterſchiede, die *Hülfsfeder* nenne, in Q. Ferner ſey der halbe Schwingungsbogen $OB = b$; $QB = c$; $QO = d = b - c$; und der Bogen $OD = Qd = a$; das Gewicht, welches nöthig iſt, die Unruhfeder allein um dieſen Bogen zu drehen, mithin die beſchleunigende Kraft der um dieſen Bogen gedrehten Unruhfeder $= f$, und die Kraft der Hülfsfeder, wenn ſie um einen eben ſo groſsen Bogen Qd gedreht wird, fn, ſo daſs ihre Kraft dann der $n$te Theil von der der Unruhfeder ſey. Iſt nun die Unruhe von ihrem Ruhepunkte durch die vereinte Wirkung beider Federn um den Bogen BH gedreht worden, den wir mit x bezeichnen wollen; ſo iſt $OH = b - x$ und $QH = c - x$, und daher die beſchleunigende Kraft der Unruhfeder $\frac{f.(b-x)}{a}$, die der Hülfsfeder $\frac{fn.(c-x)}{a}$, folglich die vereinte Kraft beider Federn $\frac{f}{a}.(b - x + cn - nx)$, und daher die Schwin-

gungszeit auf dem Bogen von B bis $Q = \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}}$
$\times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)c}{2(b+nc)}}$. *)

In dem Falle, auf welchen wir unſre Berechnung anwenden wollen, hört die Hülfsfeder gänzlich auf, weiter auf die Unruhe zu wirken, ſo bald dieſe den Bogen BQ zurückgelegt hat, und von Q nach O wird die Unruhe allein durch die Unruhfeder beſchleunigt. Daher iſt *die Zeit des Schwunges*

*) Der mechaniſchen Formel $v\,dv = 2\,p\,g\,ds$ gemäſs, iſt dann $v\,dv = 2 \cdot \frac{f}{a} \cdot (b + cn - (1+n)\;x) \cdot g \cdot dx$, indem, wenn $BH = x$ iſt, dx poſitiv bleibt. Dieſes integrirt giebt $v^2 = \frac{2fg}{a}\;(2\;(b + cn)\;x - (1+n)\;x^2)$, da für $x = 0$ auch $v = 0$, und daher *Conſt.* $= 0$ iſt. Dadurch iſt die *Geſchwindigkeit* der Unruhe im Punkte H beſtimmt, und aus dieſer folgt, nach der mechaniſchen Formel, $dt = \frac{ds}{v}$, $d\tau = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \cdot \frac{dx}{\sqrt{(2\,(b+cn)\;x - (1+n)\;x^2)}}$. Dieſes integrirt giebt für die *Schwingungszeit* τ von B bis H, $\tau = \sqrt{\frac{2a}{(1+n)fg}} \times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)\;x}{2\,(b+nc)}}$. Setzt man darin $x = c$, ſo erhält man die Schwingungszeit von B bis $Q = \sqrt{\frac{2a}{(1+n)fg}} \times$ *Arcus Sin.* $\sqrt{\frac{(n+1)\;c}{2\;(b+nc)}}$.

auf dem Bogen $BO = \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)c}{2(b+nc)}} + \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times$ *Arc. Sin.* $\frac{d}{\sqrt{(b^2+nc^2)}}$.*)

Liegt dagegen der Ruhepunkt der Hülfsfeder, Q, nicht in der erſten, ſondern in der zweiten Hälfte des Schwingungsbogens der Unruhfeder, BO, wie in Fig. 4, ſo daſs $BQ = c$ gröſser als $BO = b$ iſt; ſo findet man völlig auf demſelben Wege die *Zeit der Schwingung von B bis O* $= \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}}$ $\times$ *Arcus Sinus* $\sqrt{\frac{(n+1)b}{2(b+nc)}}$.

*) Aus der vorigen Anmerkung folgt, daſs die Unruhe im Punkte Q eine Geſchwindigkeit $= \sqrt{\frac{2fg(2bc - c^2 + nc^2)}{a}}$ hat. Es ſey $OR = z$, ſo iſt die beſchleunigende Kraft der Unruhfeder in R gleich $\frac{fz}{a}$, folglich $v\,dv = 2 \cdot \frac{fzg}{a} \cdot -dz$. Dieſes integrirt, giebt, wie oben, $v^2 = Conſt. - \frac{2fgz^2}{a}$, und da man für $z = d$ die Geſchwindigkeit erhalten muſs, welche die Unruhe im Punkte Q hat, ſo iſt $\frac{2fg}{a}(2bc - c^2 + nc^2) = Conſt. - \frac{2fgd^2}{a}$, folglich $Conſt. = \frac{2fg}{a}(d^2 + 2bc - c^2 + nc^2)$, oder, da $d = b - c$ iſt, $Conſt. = \frac{2fg}{a}(b^2 + nc^2)$,

Da in beiden Fällen die Hülfsfeder nur von B bis Q auf die Unruhe wirkt, ſie folglich auf dem

und alſo $v = \sqrt{\frac{2fg}{a} \cdot (b^2 + nc^2 - z^2)}$. Dieſer Werth in der Formel $dt = \frac{ds}{v}$ geſetzt, giebt für die Zeit der Schwingung τ' von Q bis R, $d\tau' = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \frac{-dz}{\sqrt{(b^2 + nc^2 - z^2)}}$, folglich $\tau' = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \text{Arcus Coſinus} \frac{z}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}} + \text{Conſt.}$, und da für $z = d$, $\tau' = 0$ ſeyn muſs, $\text{Conſt.} = -\sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \text{Arcus Coſinus} \frac{d}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}}$. Alſo iſt die Schwingungszeit auf dem ganzen Bogen QO, für welchen $z = 0$ iſt, $= \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \left(\frac{1}{2}\pi - \text{Arcus Coſinus} \frac{d}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}}\right) = \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \text{Arc. Sin.} \frac{d}{\sqrt{(b^2 + nc^2)}}$. Und daraus folgt die Ausſage des Textes. Setzt man darin $n = 0$, ſo erhält man die obige Formel für eine einzige Feder, indem dann die Schwingungszeit wird: $\sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \left(2 \text{ Arcus Sinus} \sqrt{\frac{c}{2b}} + \text{Arcus Sinus} \frac{d}{b}\right)$, und, da $c = d - b$ iſt, dieſe beiden Bogen zuſammengenommen gerade $\frac{1}{2}\pi$ ſind. Dieſelbe Formel folgt aus der allgemeinen hier entwickelten, wenn man darin $BQ = c = 0$ ſetzt, da dann die Hülfsfeder gar nicht, ſondern allein die Unruhfeder wirkt. Dann wird der erſte Theil

Bogen *OE* nicht eben ſo retardirt, wie ſie ſie auf dem Bogen *BO* beſchleunigt hatte, ſo überſieht man leicht, daſs in dieſen Fällen die Bogen *BO* und *OE* ungleich ſeyn; und von der Unruhe in ſehr verſchiedenen Zeiten durchlaufen werden müſſen. Soll der Punkt der Ruhe, *O*, für eine von mehrern Federn getriebene Unruhe genau in die Mitte des Schwingungsbogens fallen, und ſollen nicht bloſs der vordere und hintere Theil des Schwingungsbogens, *BO*, *OE*, gleich ſeyn, ſondern auch in gleichen Zeiten durchſchwungen werden, (wobei allein ein Iſochronismus für gröſsere und kleinere Schwingungsbogen ſtatt findet;) ſo iſt ſchlechterdings noch *eine dritte Stahlfeder* nöthig, der erſten Hülfsfeder in allem gleich und ähnlich, deren Ruhepunkt *N*, mit dem Ruhepunkte der erſten Hülfsfeder *Q*, zu entgegengeſetzten Seiten des Ruhepunkts der Unruhfeder, *O*, völlig übereinſtimmend liegt, damit dieſe während des Schwunges von *O* bis *E* die Unruhe gerade ſo retardire, und umgekehrt bei dem Zurückſchwingen von *E* bis *O* gerade ſo beſchleunige, wie das die erſtere Hülfsfeder beim Schwunge von *B* bis *O* bewerkſtelligte. Ich will die *erſte Hülfs-*

gleich o, der zweite, $\sqrt{\frac{a}{2fg}} \times Arc.Sin.\frac{d}{b}$, und da dann $d = b$, und $Arc.Sin.\ 1 = \frac{1}{2}\pi$ iſt, $\sqrt{\frac{a\pi^2}{8fg}}$, gerade wie vorhin, (S. 157.) Endlich folgt daraus auch die vorige Behauptung für $d = o$.

ſeder mit *u*, die *zweite* mit *v* bezeichnen. Für jede von beiden nenne ich die Hälfte des Schwingungsbogens *BE*, von deſſen Anfang an ſie die Unruhe beſchleunigen, die erſte Hälfte; und ſo iſt für *u BO*, für die zweite Feder *v* hingegen *EO* die erſte Hälfte des Schwingungsbogens; jener beim Schwunge von *B* bis *E*, dieſer beim Zurückſchwingen von *E* bis *B*.

Liegen die Ruhepunkte *Q*, *N* jeder der beiden Hülfsfedern in den erſten Hälften der Schwingungsbogen; ſo iſt die Zeit der halben Schwingung gerade ſo, wie ſie vorhin, S. 168, beſtimmt iſt. Liegen dagegen dieſe Ruhepunkte in den hintern Hälften der Schwingungsbogen, wie in Fig. 4; ſo wird die Unruhe auf dem Bogen *NO* durch die vereinte Wirkung *dreier Stahlſedern* getrieben, der Unruhfeder und der erſten Hülfsfeder *u*, die ſie beſchleunigen, und der zweiten Hülfsfeder *v*, die aufgewunden wird, und daher die Unruhe retardirt. Gerade ſo auch der Bogen *QO*. Für dieſen Fall müſſen wir daher über die Schwingungszeit noch eine beſondere Berechnung anſtellen.

Es ſey, wie zuvor, $OD = Qd = Ne = a$; die beſchleunigende Kraft der Unruhfeder, wenn ſie um dieſen Bogen *a* gedreht iſt, $= f$; und die beſchleunigende Kraft der beiden völlig gleichen Hülfsfedern bei demſelben Drehungsbogen *Qd* und *Ne*, wie vorhin $= nf$. Ferner ſey $BO = b$, $BQ = c$, und $OQ = ON = d = c - b$; die Zeit, in welcher die Unruhe den Bogen *BN*, auf welchem ſie allein von der Unruhfeder und der erſten Hülfsfe-

der u, (deren Ruhepunkt in der hintern Hälfte des Schwingungsbogens liegt,) getrieben wird, iſt ſchon aus dem Vorigen, (S. 168,) bekannt, und beträgt $\sqrt{\frac{a}{(n+1)fg}} \times Arcus\ Sinus \sqrt{\frac{(n+1).(b-d)}{2(b+nc)}}$. Zugleich iſt die Geſchwindigkeit, die ſie durch dieſen Schwung im Punkte N erlangt, $= \sqrt{\frac{2fg}{a}.((n+1)b^2 + 2nbd - (3n+1)d^2)}$.*)

Geſetzt nun, die Unruhe habe ſich um den Bogen $NR = z$ fortbewegt; ſo iſt alsdann die Spannung der Unruhfeder $OR = d - x$; die Spannung der erſten Hülfsfeder $QR = 2d - x$, und die der zweiten Hülfsfeder $NR = x$. Folglich beträgt, dem vorigen gemäſs, im Punkte R die beſchleunigende Kraft der Unruhfeder auf den Umfang der Unruhe $+\frac{f.(d-z)}{a}$; die beſchleunigende Kraft der

*) Setzt man nämlich in der Formel $v^2 = \frac{2fg}{a}(2(b+cn)x - (1+n)x^2)$, S. 167, Anm., unſerm jetzigen Falle gemäſs, $c = b + d$ und $x = BN = b - d$, ſo erhält man die *Geſchwindigkeit* im Punkte N, $v = \sqrt{\frac{2fg}{a}.((n+1)b^2 + 2ndb - (3n+1)d^2)}$. Und auf dieſelbe Art folgt aus der dortigen Formel $\tau = \sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times Arcus\ Sinus \sqrt{\frac{(n+1)x}{2(b+nc)}}$, die im Texte angegebene Schwingungszeit von B bis N.

erſten Hülfsfeder u, $+ \frac{nf.(2d - z)}{a}$; und die Kraft der zweiten Hülfsfeder v, $- \frac{nf.z}{a}$: mithin die geſammte beſchleunigende Kraft, die auf die Unruhe in dieſer Lage, (wenn ſie den Bogen BR durchlaufen hat,) wirkt, $= \frac{f}{a}.(d - z + 2nd - 2nz) = \frac{(2n+1).f}{a}(d - z)$; und daher iſt die *Zeit*, in welcher der Bogen NR durchlaufen wird,

$$= \sqrt{\frac{a}{2(2n+1)fg}} \times Arc.Sin.\sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2+nc^2-2nd^2}}.^{*)}$$

*) Iſt die beſchleunigende Kraft $p = \frac{(2n+1).f}{a}(d - z)$, und das Differential des Wegs dz; ſo iſt, den mechaniſchen Formeln gemäſs, $vdv = 2.\frac{(2n+1)f}{a}(d-z)\,g.dz$, und mithin $v^2 = \frac{(2n+1)fg}{a}(2dz - z^2) + Conſt.$ Und da für $z = 0$, v den in der vorigen Anmerkung beſtimmten Werth hat, ſo hat auch die *Conſt.* denſelben Werth, und es iſt $v^2 = \frac{fg}{a}.((2n+1)(2d-z)z + 2(n+1)b^2 + 4ndb - (6n+2)d^2)$. Da nun $d\tau = \frac{dz}{v}$ iſt, ſo folgt, wenn man dieſen Werth für v ſetzt, dann integrirt, und in dem Integral $z = d$ ſetzt, die Zeit, *in welcher der Bogen NO durchlaufen wird*, =

Folglich iſt die *halbe Schwingungszeit der Unruhe* bei dieſer Einrichtung, oder die Zeit, in welcher der Bogen BO durchſchwungen wird, $=$

$$\sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times Arcus\,Sinus \sqrt{\frac{(n+1)(b-d)}{2b+2nc}} +$$

$$\sqrt{\frac{a}{2(2n+1)fg}} \times Arc.Sin. \sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2+nc^2-2nd^2}}.$$

Unruhe in Mudge's *Zeithaltern.*

In Mudge's *Zeithaltern* durchſchwingt die Unruhe ihre halben Schwingungsbogen BO und OE, mittelſt der vereinten Wirkung zweier Stahlfedern, der eigentlichen Unruhfeder,*) und einer Hülfsfe-

$$\sqrt{\frac{a}{(2n+1)fg}} \times Arc.Sin. \sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2+n(b+d)^2-2nd^2}},$$

welches die Formel des Textes iſt, darin c ſtatt $b+d$ geſetzt.

Daraus folgt, daſs, wenn bei dieſer Einrichtung die Unruhe vom Punkte N zu ſchwingen anfängt, (da denn $ON = OB$ oder $d=b$, und $BQ = 2BO$, oder $c=2b$ iſt, mithin der Bogen, der in der gefundenen Formel vorkommt, gleich $Arc.Sin.$

$$\sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{d^2+n.+d^2-2nd^2}} = Arc.Sin.\,1 = \tfrac{1}{2}\pi \text{ wird;}$$

die halbe Schwingungszeit $\sqrt{\frac{a\pi^2}{8.(2n+1)fg}}$ beträgt.

Die Schwingungszeit der Unruhe iſt alſo in dieſem Falle für jeden Abſtand der Ruhepunkte O und N gleich groſs.

*) Eigentlich zweier Unruhfedern, die aber vereint völlig ſo als eine einzige wirken, und die ich

der. Der Ruhepunkt dieſer beiden Federn fällt in O zuſammen; beide werden bei jedem Schwunge um denſelben Bogen OB oder OE gedreht, und beide wirken daher gerade ſo, als eine einzige Stahlfeder, welche mit beiden zuſammengenommen einerlei Stärke hat. Die Schwingungen der Unruhe, die durch ſie getrieben wird, ſind daher für alle Schwingungsbogen, groſse und kleine, völlig iſochroniſch;*) und wenn man die vereinte Kraft beider Federn, die um den Bogen $OD = a$ gedreht ſind, $f + nf = F$ ſetzt, ſo iſt die *halbe Schwingungszeit* $= \sqrt{\frac{a\pi^2}{8(n+1).fg}} = \sqrt{\frac{a\pi^2}{8Fg}}$.**) Falls aber der Ruhepunkt der Hülfsfeder von dem der Unruhfeder um einen kleinen Bogen $OQ = ON$ abweicht; ſo entſteht dadurch eine andere Schwingungszeit, und eine Abweichung im täglichen Gange des Zeithalters, die ſich nicht anders berechnen läſst, als wenn die Entfernung der Ruhepunkte der Stahlfedern von einander ſchon bekannt iſt. Das iſt eine Bedingung, die allen vorhergehenden Rechnungen zum Grunde liegt; Rechnungen, die wir nun anwenden wollen, um daraus einige Fragen zu beantworten, welche

hier deshalb nur als eine einzige Feder betrachte. *Atw.*

*) S. S. 160.

**) Oder auch $= \sqrt{\frac{\pi^2 r c^a}{8F.g.180^\circ}}$. S. S. 158.

ſich uns bei Betrachtung der *Conſtruction von* Mudge's *Zeithaltern* darbieten.

Eine in das genaueſte Detail eingehende Beſchreibung dieſer ſinnreichen Erfindung würde in dieſen theoretiſchen Unterſuchungen am unrechten Orte ſtehen, da, um die Anwendung dieſer Unterſuchungen auf Mudge's Kunſtwerk gehörig zu verſtehn, es völlig hinreichend iſt, mit wenigen Worten die Vorrichtung anzugeben, wie die verſchiedenen Stahlfedern in einander und auf die Unruhe wirken.

In Fig. 5 ſtellt *ONEBQ* den Umfang der Unruhe vor, welche, von einer doppelten Stahlfeder getrieben, um die Achſe *CA*, *DH* ſchwingt. Dieſe Achſe der Unruhe geht durch den Mittelpunkt *C* des obern Kreiſes, und iſt von *A* bis *D*, (um den andern Theilen Spielraum zu geben,) unterbrochen. Ein Bügel oder Knie *AXYD* verbindet den obern und den untern Theil der Achſe mit einander. *XY* iſt genau der Achſe der Drehung *AD* parallel, und in *L* und *Z* ſind an den horizontalen Armen des Bügels zwei Stäbchen *LM*, *ZW* parallel mit *XY* angebracht. Um dieſen mitſchwingenden Theilen an der Unruhe das Gleichgewicht zu halten, dient das Gegengewicht *t*, durch welches der Schwerpunkt der ganzen Unruhe in die Achſe der Bewegung gebracht wird.

Ferner ſtellen *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, *r*, *s* feſte Theile der Maſchine vor, welche im Gerippe unverrückbar befeſtigt ſind. *TR* und *FS* ſind zwei Achſen,

Achſen, die genau in der geraden Linie *CADH* ſtehen, und an welche Arme *GO*, *IO* rechtwinklig befeſtigt ſind, ſo daſs ſie ſich zugleich mit dieſen Achſen bewegen. Die kleinen Hülſsfedern *u* und *v*, welche an dieſen Achſen feſt ſitzen, ſind nach entgegengeſetzter Richtung, die obere von der Linken zur Rechten, die untere von der Rechten zur Linken, gewunden, und werden aufgewunden, jene, wenn ſich die Achſe *TR* ſo dreht, daſs der Arm *GO* den Bogen *Oh*, dieſe, wenn ſich die Achſe *FS* ſo dreht, daſs der Arm *IO* den Bogen *Ok* beſchreibt. Endlich tragen die beiden Achſen noch die gekrümmten Lappen *p* und *q*, an welche, dicht bei der Achſe, die Zähne des Steigrads *lm*, an jenen ſtets der oberſte, an dieſen der unterſte, abwechſelnd anfaſſen. Indem dieſe Zähne durch die Kraft der Hauptfeder in der Uhr gegen die concave Fläche der Lappen getrieben werden, bewegen ſich dieſe mit ihnen fort, und drehen die Achſen ſo, daſs die Hülſsfedern *u*, *v* aufgewunden, und die Arme *GO*, *IO* durch die Bogen *Oh*, *Ok* bewegt werden. Ein kleiner Anſatz am äuſsern gekrümmten Ende der Lappen *p*, *q* hält den Zahn auf, wenn die Arme einen Bogen von ungefähr 27° durchlaufen haben, und alſo auch die Hülſsfedern um einen Winkel *OGh* und *OIk* $= 27^\circ$ aufgewunden ſind. Die Achſe des Steigrads *no* liegt mit *CO* genau parallel, und die Buchſtaben am Umfange der Unruhe und an den Bogen *Oh*, *Ok* ſtimmen ſo mit einander überein, daſs dieſelben Buchſtaben, z. B. *O*, oder *Q*, *N*, *k*, *h*, die

Lage der Theile für einerlei Stand der Unruhe bezeichnen.

Man ſetze, die Hauptfeder, welche das Werk treibt, ſey nicht aufgezogen, und auch die Unruhe ſey in der Lage, welche Fig. 5. darſtellt, ohne Bewegung in ihrem Ruheſtande, wobei *AX* mit dem Halbmeſſer durch den Ruhepunkt *O* der Unruhfeder parallel ſey. Fallen die Ruhepunkte der Hülfsfedern mit dem Ruhepunkte für die Unruhfeder zuſammen; ſo ſind dann auch die Arme *GO*, *IO* mit *CO* parallel, und berühren die Stäbchen *LM* und *ZW*. In dieſer Lage bleibt alles, bis die Hauptfeder aufgezogen wird. Dann aber ſetzt dieſe Feder das Steigrad in Bewegung; und indem ein Zahn deſſelben an einen der beiden Lappen, z. B. an den obern *p*, anfaſst, und ihn fortſchiebt, wird der Arm *GO* in die Lage *Gh* gedreht, und in dieſer gehalten, ſo lange der Zahn des Steigrads, durch den Anſatz am Ende des Lappens, in ſeiner Bewegung gehemmt wird. Durch dieſe Bewegung iſt die Hülfsfeder *u* geſpannt worden, nicht aber die Unruhfeder, da ſich der Arm von *O* nach *h* vom Stiftchen *LM* abwärts bewegt, ohne ihn mitzunehmen. Die Unruhe bleibt folglich dabei noch in Ruhe, wofern ſie nicht durch einen Anſtoſs in Bewegung geſetzt wird. Und dann läſst ſie ſich um den Bogen *OB* drehen, der, nach Mudge's Vorrichtung, ungefähr 135° beträgt.

Bei dieſer Bewegung gehen der Bügel *AXYD* und die Stäbchen *LM* und *ZW* mit herum. Der erſtere faſst, wenn die Unruhe um den Winkel *OGh*

= 27° nach *B* zu gedreht iſt, den Arm *Gh*, und dreht zugleich mit ihm die Achſe *TR*, den Lappen *p* und die Hülfsfeder *u* noch um 108° in der Richtung *Oh* weiter. Dadurch wird der Anſatz am Lappen *p* ſo gedreht, daſs der Zahn des Steigrads, der daran liegt, frei wird. *) Sogleich geht das Steigrad fort, und nun ſchlägt der unterſte Zahn deſſelben an den Lappen *q*, windet dadurch die Hülfsfeder *v* auf, und dreht zugleich den Arm *IO* um den Winkel *IOK* von 27°, da dann der Zahn an den Anſatz dieſes Lappens kommt und durch denſelben ebenfalls gehemmt wird. Alles dieſes geſchieht, während die Unruhe ihren Schwung von *h* bis *B* vollendet. Iſt ſie bis *B* gekommen, ſo iſt zugleich die erſte Hülfsfeder *u* um einen Winkel von 135° gedreht, (nämlich um 27° durch die Kraft der Hauptfeder, welche die Uhr treibt, und um 108° durch die Unruhe, welche den Arm *GO* bei ihrem Schwingen mitnahm,) und nun wird alſo die Unruhe den Bogen *BO* hindurch, mittelſt der vereinten Kraft beider Federn, der Unruhfeder und der Hülfsfeder *u*, zurückgetrieben. Genau bis zum Ruhepunkte *O* beſchleunigen dieſe beiden Kräfte die Bewegung der Unruhe; über *O* hinaus würden beide ſie ſogleich retardiren, welches aber bei der Hülfsfeder *u*, wegen der Lage des Arms *GO* gegen den Stift *LM*, nicht angeht. Daher wird die Unruhe, indem ſie von *O* bis *E* fortſchwingt, während der erſten 27°,

*) S. S. 182, Anm.

d. i. auf den Bogen *Ok*, lediglich von der Unruhfeder retardirt.

Hat ſich aber die Unruhe über *O* hinaus bis *k* bewegt, ſo ſchlägt nun der untere Stift *ZW* gegen den Arm *Ik*, den er in der Richtung *Ok* noch 108° weit mit ſich herum dreht, und dadurch die zweite Hülfsfeder *v* aufwindet. Nur auf dieſen Bogen *kE* wird daher die Unruhe von 2 Federn, (der Unruhfeder und der Hülfsfeder *v*,) retardirt. Während dieſes Schwunges wird der Zahn des Steigrads, den der Lappen *q* hemmte, frei, das Steigrad geht fort, der oberſte Zahn ſchlägt an den Lappen *p* und windet durch dieſen wieder die obere Hülfsfeder *u* um einen Winkel von 27°. Dieſes geſchieht, während die Unruhe bis *E* kommt. Hier hört ihre Schwingung nach der Richtung *OE* auf, und ſie wird von *E* nach *O* wieder durch die vereinte Wirkung der Unruhfeder und der untern Hülfsfeder *v* zurück beſchleunigt, bis ſie im Punkte *O* ankommt. Und ſo geht das Spiel ununterbrochen fort, ſo lange die Hauptfeder der Uhr aufgezogen bleibt.

Man ſieht, daſs bei dieſer Art von Hemmung die Hauptfeder des Uhrwerks der Unruhe keinen Anſtoſs und nicht die mindeſte Bewegung mittheilt, dafür aber einen Theil der Kraft aufhebt, welche ohnedies die Unruhe auf der zweiten Hälfte der Schwingungsbogen retardiren würde; und hierdurch erhält ſie die Unruhe bei gleichen Schwingungsbogen. Denn die Unruhe kann nun den Ueberſchuſs von Kraft, mit dem ſie die hintern Schwin-

gungsbogen durchläuft, dazu verwenden, die Friction und andern unregelmäſsigen Widerſtand dabei zu überwinden, der ohnedies ihre Bewegung allmählig verringern und hemmen würde; eine ſinnreiche Anordnung, worauf hauptſächlich der Vorzug von Mudge's Echappement beruht.

Die Verminderung der die Unruhe retardirenden Kraft iſt, in ſo fern ſie von der Hauptfeder des Uhrwerks abhängt, und dieſe ſtark genug iſt, die Hülfsfedern um den beſtändigen Winkel $OGh = OCk$ zu drehen, hierbei beſtändig faſt von einerlei Gröſse. Denn was den Einfluſs von Hitze und Kälte auf die Hülfsfedern betrifft, ſo wird dieſer mittelſt der Compenſation, welche an der Unruhe angebracht iſt, aufgehoben. Daher iſt die erhaltende Kraft, vermöge der die Bewegung der Unruhe fortdauert, ſtets und unverändert dieſelbe. Gewöhnlich hält man dieſes für einen weſentlichen Umſtand im Baue der Taſchenuhren; und ſo viele ſcharfſinnige Künſtler darüber geſonnen haben, ſo iſt doch wahrſcheinlich Mudge der erſte, dem dieſes im ganzen Umfange geglückt iſt.

Endlich hat Mudge's Anordnung auch noch den Vortheil, daſs die Unruhe von dem Räderwerke der Maſchine völlig abgeſondert iſt, und frei für ſich ſchwingt. Nur in dem Augenblicke, wenn der Lappen von dem Zahne des Steigrads ab gedreht wird, findet zwiſchen der Unruhe und dem Steigrade eine Verbindung ſtatt, ſonſt gar nicht, und

dieſe Verbindung dauert nur einen Augenblick. *) Auch wird der Druck des Zahns gegen den Anſatz des Lappens ſchon zuvor durch die Gegenwirkung des andern Lappens auf den gegen über ſtehenden Zahn des Steigrads vermindert; eine Wirkung, die ihren Anfang nimmt, kurz ehe der erſte Zahn von ſeinem Lappen frei wird. Dadurch wird der Zahn leichter gelöſt, und dieſes trägt mit dazu bei, der Maſchine einen leichten Gang zu verſchaffen.

*) Nach einem Verſuche an einem ſehr genau gearbeiteten Modelle von Mudge's Vorrichtung, durchläuft die Unruhe einen Bogen von ungefähr 8°, während ſie einen Zahn, der vom Anſatze an einem der Lappen gehemmt iſt, losdreht; und allein während dieſes Theils ihres halben Schwingungsbogens iſt ſie mit dem Steigrade und dem Räderwerke der Maſchine in Verbindung. Sobald der Zahn abgedreht iſt, durchſchwingt ſie noch frei und ungehindert einen Bogen von 108°, bevor der zweite Lappen ſich zu bewegen anfängt. Nun durchſchwingt, nach der Berechnung S. 158, die Unruhe einen Bogen *Bh* von 116° in 0,09101 Sekunden, hingegen einen Bogen von 108°, von *B* an gerechnet, in 0,08718, mithin die 8°, während deren ſie mit dem Steigrade in Verbindung iſt, in 0,00383 Sekunden, d. h. ungefähr in $\frac{1}{260}$ Sekunde mittlerer Zeit. — Denkt man ſich daher die Zeit einer halben Schwingung der Unruhe, (0,1 Sek.,) in 100 gleiche Theile oder phyſiſche Augenblicke getheilt; ſo durchſchwingt die Unruhe während der 91 erſten dieſer Zeittheilchen den Bogen *Bh* von 108°, vom Ende ihrer Schwingungen bis an den

Anwendung der vorigen Berechnungen auf MUDGE'S *Zeithalter.*

Die erſte Frage, die ſich aus den vorigen Berechnungen leicht beantworten läſst, iſt: „welche Veränderungen im täglichen Gange des Zeithalters entſtehn können, wenn die Punkte der Ruhe, der Unruhfeder und der Hülfsfedern, es ſey durch eine zufällige Störung, oder vermöge der anfänglichen Einrichtung, nicht genau in dieſelbe Ebene, ſenkrecht auf die Unruhe und die Federn, zuſammenfallen." Die Antwort darauf wird verſchieden ausfallen, je nachdem die Ruhepunkte der Hülfsfedern Q, N, die um den gegebenen Bogen OQ, ON vom Ruhepunkte der Unruhfeder abſtehn, in der erſten oder in der zweiten Hälfte des Schwingungsbogens der Unruhe liegen.

Geſetzt, die Ruhepunkte aller Federn fallen in einer Ebene ſenkrecht auf die Unruhe zuſammen, die Unruhe habe 1 Zoll im Halbmeſſer, und der Zeithalter ſey *auf mittlere Zeit ajuſtirt*, ſo daſs er in jeder Sekunde 5 Schwingungen macht; ſo be-

Arm *Gk*, der mit dem hemmenden Lappen an einerlei Achſe ſitzt. Während der 4 folgenden Augenblicke wird der Zahn gelöſt, und während der 5 letzten durchläuft die Unruhe die übrigen 19° ihres halben Schwingungsbogens bis 0. Folglich ſchwingt ſie während 96 Hundertel jeder Schwingungszeit völlig frei und unverbunden mit dem Räderwerke. *Atwood.*

trägt die Kraft, welche die Unruhe, wenn ſie um 90° gedreht iſt, zu beſchleunigen ſtrebt, 1,0040926 von der Kraft der Schwere, als unſrer Krafteinheit, (ſiehe S. 160.) Nun iſt, nach den Erkundigungen, die ich bei Mudge eingezogen habe, jede der beiden Hülfsfedern $\frac{1}{20}$ſtel ſo ſtark als die Unruhfeder. Bedeutet daher f die beſchleunigende Kraft der um 90° gedrehten Unruhfeder, ſo iſt die Kraft der eben ſo gedrehten Hülfsfeder $\frac{1}{20} f$, und alſo $f + \frac{1}{20} f = 1{,}0040926$, mithin $f = 0{,}9562754$, und $\frac{1}{20} f = 0{,}0478138$. Und bei dieſer Anordnung geht der Zeithalter genau nach mittlerer Zeit. *)

Nun aber werde der Ruhepunkt Q der Hülfsfeder u um einen Bogen OQ von 1°, vom Ruhepunkte der Unruhfeder entfernt, und zwar ſo, daſs er in

*) Lieſse man die Unruhe allein durch die Kraft der beiden Hülfsfedern ſchwingen, und nähme die Unruhfeder indeſs ab, ſo fände ſich, aus der Formel für die halbe Schwingungszeit $= \sqrt{\frac{\pi^2 rc^\circ}{2 Fg \cdot 180^\circ}}$, wenn man darin $F = 0{,}0478138$ ſetzt, die halbe Schwingungszeit der Unruhe $= 0{,}45825$ Sekunden, und in einer Minute würde der Zeithalter dann nur $\frac{60}{4{,}5825} = 13$ Sekunden Zeit weiſen. Der Graf Brühl fand durch einen Verſuch 12″, welches, bei der Ungewiſsheit des Verhältniſſes der Kraft beider Federn, über alle Erwartung zuſammenſtimmt. *Atwood.*

die erſte Hälfte des Schwingungsbogens falle, (Fig. 5;) ſo iſt die Zeit der halben Schwingung auf *BO* anders wie vorhin, und nicht mehr 0, Sekunden, ſondern vielmehr, nach S. 168, gleich

$$\sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times \text{Arc. Sin.} \sqrt{\frac{(n+1)c}{2(b+nc)}} + \sqrt{\frac{a}{2fg}} \times \text{Arc. Sin.} \frac{d}{\sqrt{(b^2+nc^2)}}.$$

Nun iſt in dieſem Falle

$$\left.\begin{array}{l} a = 90^\circ = 1{,}5707963 \\ b = 135^\circ = 2{,}3561945 \\ c = 134^\circ = 2{,}3387412 \\ d = 1^\circ = 0{,}0174533 \end{array}\right\} \text{in Theilen des Halbmeſſers}$$

$g = 193$ engl. Zoll; $n = \frac{1}{20}$ und $f = 0{,}9562754$;

folglich, logarithmiſchen Rechnungen gemäſs,

der erſte Theil dieſer Formel = 0,0995 5070 Sek,

der zweite Theil dieſer Formel = 0,00047174 —

alſo die Zeit der halben Schwingung auf *BO* = 0,1000 2244 Sek.

Weicht daher der Ruhepunkt *N* der zweiten Hülfsfeder eben ſo weit nach der entgegengeſetzten Seite von *O* ab, ſo daſs $OQ = ON$ iſt, ſo zeigt die Uhr in 24 Stunden mittlerer Zeit nur $\frac{24^{St.}}{1{,}0002244}$ $= 23^{St.}\ 59'\ 40'',6$; und das giebt eine Veränderung im täglichen Gange der Uhr von — 19″,4 mittlerer Zeit.

Dieſe Verſpätung würde jedoch nur dann für eine Unregelmäſsigkeit im Gange der Uhr zu achten ſeyn, wenn die Ruhepunkte der Hülfsfedern während des Ganges durch einen Zufall auf dieſe Art aus der ſenkrechten Ebene mit dem Ruhepunkte der Unruhfeder verrückt würden. Wenn man ſie gleich anfangs mit Fleiſs ſo ſtellt, ſo wird dieſer Abweichung durch das Ajuſtiren abgeholfen, und der Gang des Zeithalters auch bei dieſer Anordnung leicht auf mittlere Zeit gebracht. Allein, dann bleibt der tägliche Gang, wenn die Gröſse des halben Schwingungsbogens der Unruhe ſich ändert, z. B. von 135° bis auf 125° abnimmt, einer Veränderung unterworfen; und dieſe iſt es, worauf bei dieſer Einrichtung der Mangel des Iſochronismus beruht. *) Alsdann iſt $b = 125° = 2{,}1816616$ und $c = 124° = 2{,}1642083$: und dieſe Werthe in die vorige Rechnung geſetzt, giebt den erſten Theil der Formel = 0,0995 1472; den zweiten = 0,00050949; alſo die halbe Schwingungszeit auf BO = 0,10002421, und in 24 Stunden eine Zeit von $\frac{24^{St.}}{1{,}0002421} = 23^{St.}\ 59'\ 39'',08$; alſo eine tägliche Veränderung des vorigen Ganges von — 1″,52, die daraus entſpringt, daſs der halbe Schwingungsbogen in dieſem Falle um 10° abgenommen hat.

*) Siehe Seite 175.

Wird der Ruhepunkt der Hülfsfedern um eben ſo viel, das heiſst, um $OQ = 1°$, (Fig. 4,) nach der hintern Hälfte des Schwingungsbogens, oder nach E zu verrückt; ſo folgen entgegengeſetzte Wirkungen. Statt daſs im vorigen Falle der tägliche Gang des Zeithalters bei unveränderlicher Gröſse des Schwingungsbogens, und zugleich auch bei abnehmender Gröſse des Schwingungsbogens retardirt wurde; ſo wird er jetzt unter beiden Umſtänden beſchleunigt. Denn nunmehr, (S. 168), iſt die Zeit der halben Schwingung BO gleich $\sqrt{\frac{2a}{(n+1)fg}} \times$ $Arc.\ Sin.\ \sqrt{\frac{(n+1)(b-d)}{2(b+nc)}} + \sqrt{\frac{a}{(2n+1)2fg}}$ $\times Arc.\ Sin.\ \sqrt{\frac{(2n+1)d^2}{b^2+nc^2-2nd^2}}$; und ſetzt man darin die erſten der vorigen Werthe, und jetzt $c = 136° = 2{,}3736478$, ſo erhält man als halbe Schwingungszeit auf BO, $0{,}09950617 + 0{,}00047141 = 0{,}09997758$ Sekunden. Der Zeithalter durchläuft dann alſo in 24 Stunden mittlerer Zeit, $\frac{24^{St.}}{0{,}09997758} = 24^{St.}\ 0'\ 19'',38$, eilt alſo um 19″,38 in 24 Stunden vor. — Und ſetzt man $b = 125°$, $c = 126°$; ſo findet ſich dieſe halbe Schwingungszeit $0{,}09946662 + 0{,}00050912 = 0{,}09997574$ Sekunden; folglich der tägliche Gang des Zeithalters $\frac{24^{St.}}{0{,}09997574} = 24^{St.}\ 0'\ 20'',91$, und alſo eine Voreilung gegen den vorigen Gang

von 1″,53, bei Verminderung des halben Schwingungsbogens von 135° auf 125°. *)

Bei Mudge's Anordnung wird zwar die Unruhe auf dem Bogen *Nk* nicht von der zweiten Hülfs-

*) Stehn die Ruhepunkte der Hülfsfedern vom Ruhepunkte der Unruhfeder um 1° ab, ſo gehören zu folgenden halben Schwingungsbogen folgende Veränderungen im täglichen Gange des Zeithalters, wenn dieſer bei zuſammenfallenden Ruhepunkten auf mittlere Zeit ajuſtirt iſt:

halbe Schwingungsbogen	tägliche Veränderung im Gange der Uhr, wenn der Ruhepunkt der Hülfsfedern liegt in des Schwingungsbogens erſter Hälfte	zweiter Hälfte
135°	— 19″, 4	+ 19″,38
125°	— 20″,92	+ 20″,91
60°	— 44″,33	+ 43″, 6
10°	—4′24″,24	+4′23″, 6

Will man bloſs in der Abſicht, um die Schwingungen der Unruhe iſochroniſch zu machen, Hülfsfedern hinzufügen, ſo möchte es rathſam ſeyn, die Ruhepunkte weiter als um 1° aus einander zu rücken. Geſetzt, ihr Abſtand ſey 10°, der Schwingungsbogen 450°, und die Unruhe mache 4 Schwingungen in einer Sekunde; ſo würden zwei Hülfsfedern, die jede $\frac{1}{40}$ſtel ſo ſtark als die Unruhfeder iſt, oder vielleicht ſogar Eine verhältniſsmäſsig ſtärkere Hülfsfeder hinreichen, den Mangel an Iſochronismus in der Unruhfeder zu compenſiren.

Atwood.

feder *v* retardirt; wie das die beiden Formeln, nach denen wir gerechnet haben, vorausſetzen: allein dieſe retardirende Kraft wird durch die Friction erſetzt, daher die Rechnung deſſen ungeachtet genau bleibt.

Die Lage der Arme *GO* und *IO*, wenn ſie ruhen, beſtimmt die Lage der Ruhepunkte der Hülfsfedern; ſo wie die Lage des Bügels *AXYD* und der darin befeſtigten Stäbchen *LM*, *ZW* die Lage des Ruhepunkts der Unruhfeder. Iſt daher das Werk ſo ajuſtirt, daſs im Ruheſtande die Arme *GO*, *IO* die Stäbchen *LM*, *ZW* berühren, ſo fallen die Ruhepunkte aller Federn in einer ſenkrechten Ebene durch *O* zuſammen, und ſo ſey das Werk für 5 Schwingungen der Unruhe in 1 Sekunde auf mittlere Zeit ajuſtirt. So lange alles in dieſer Lage bleibt, giebt es keine Veränderung im täglichen Gange des Zeithalters.

Verrückt man aber die Lage der Arme *GO*, *IO* ſo an ihren Achſen *TR*, *FS*, daſs im Ruheſtande des Werks die ſenkrechte Ebene durch ſie, mit der Ebene durch den Bügel und durch *O* die Winkel $OGQ = OIN$ machen; ſo ſtehn die Ruhepunkte der Hülfsfedern um eben dieſen Winkel vom Ruhepunkte der Unruhfeder ab, und zwar, wenn *Q* nach *B*, und *N* nach *E* zu liegt, in der erſten Hälfte der Schwingungsbogen. Betragen dieſe Winkel 1°, und der halbe Schwingungsbogen 135°; ſo retardirt nun der Zeithalter in 24 Stunden mittlerer Zeit

um 19″,4; und nimmt überdies der halbe Schwingungsbogen um 10° ab, ſo retardirt er um 20″,92, ſo daſs die Veränderung im täglichen Gange, wegen dieſes verminderten Schwingungsbogens, 1″,52 beträgt.

Dreht man die Arme entgegengeſetzt, ſo daſs der obere *GO*, wenn ihn der Stab *LM* nicht daran hinderte, in die Lage *GN*, und der untere in die Lage *GQ* kommen würde; ſo drücken beide gegen die Stäbchen *LM*, *ZW*, wenn *GN* = *GO* = 1° iſt, gleich ſtark, und deshalb bleibt der Bügel unverrückt. Bei dieſer Anordnung liegt der Ruhepunkt der obern Hülfsfeder *u* bei *N* in der letztern Hälfte *OE* des Schwingungsbogens, und eben ſo der Ruhepunkt der untern Hülfsfeder bei *Q* in der letzten Hälfte *OQ* des zweiten Schwingungsbogens. Mithin wird bei dieſer Anordnung, falls die Unruhe Bogen von 135° ſchwingt, der Zeithalter um 19″,38; und wenn der halbe Schwingungsbogen bis auf 125° vermindert wird, ſelbſt um 20″,92 in 24 Stunden von der mittlern Zeit vorrücken; folglich im letztern Falle ſeinen täglichen Gang um 1″,54 gegen den erſtern beſchleunigen.

Und dieſe Reſultate bleiben im Ganzen, (wiewohl nicht in den einzelnen Zahlbeſtimmungen,) dieſelben, wenn gleich das Geſetz für die elaſtiſche Kraft der Federn ein wenig von den zum Grunde gelegten abweichen ſollte.

Man ſieht hieraus, daſs, obgleich auf den Gang von Mudge's Zeithaltern die Lage der Arme *GO*, *IO*, wenn das Werk ruht, von weſentlichem Einfluſſe iſt, dieſes doch keine Störung im regelmäſsigen Gange des Zeithalters hervorbringt, woſern nur ihre Lage unverändert bleibt und der Schwingungsbogen der Unruhe einerlei Gröſse behält. Wird aber dieſer Bogen vermindert, ſo eilt der Zeithalter vor, oder bleibt zurück, je nachdem die Ruhepunkte der Hülfsfedern in der hintern oder in der vordern Hälfte ihrer Schwingungsbogen liegen, (letztere für die gerechnet, während der ſie die Unruhe beſchleunigen.) Und auch in dieſem Falle, wenn durch irgend einen Umſtand die Gröſse des Schwingungsbogens ſich ändern, und dadurch im täglichen Gange des Zeithalters eine Veränderung entſtehn ſollte, iſt es bei Mudge's Anordnung leicht, eine ſolche Abweichung zu corrigiren. Denn je nachdem ſich aus zuverläſſigen Verſuchen findet, daſs zu gröſsern Schwingungsbogen der Unruhe eine kürzere oder eine längere Schwingungszeit, als zu kleinern Schwingungsbogen gehört; *) muſs, wenn ſich der Schwingungs-

*) Welches von beidem der Fall iſt, darüber ſind die Künſtler keineswegs einig. Harriſon glaubte, „es ſey natürlich, daſs längere Bogen in kürzerer Zeit durchſchwungen würden;" nach Ludlam's Bericht an die Längen-Commiſſion über Harriſon's Uhr, „ſteht dieſes aber mit der allgemein

bogen der Unruhe verringert, der Zeithalter in ſeinem täglichen Gange zurückbleiben oder voreilen. Man drehe daher nur, bei unveränderter Lage der Lappen, die Arme *GO*, *IO*, (und mithin die Ruhepunkte der Hülfsfedern,) im erſtern Falle nach den hintern, im letztern nach den vordern Schwingungsbogen der Hülfsfedern zu, ſo wird dadurch endlich dieſe

Ver-

angenommenen Meinung der Phyſiker und Künſtler im Widerſpruche." Dagegen verſichert Berthoud, „ſich durh ſichere Verſuche überzeugt zu haben, daſs die Unruhe, die, von einer Feder getrieben, frei hin und her ſchwingt, groſse und kleine Bogen nicht iſochroniſch, ſondern die längern in kürzerer Zeit durchſchwingt." — Dieſe widerſprechenden Behauptungen fuſsen wahrſcheinlich auf mangelhafte Verſuche, bei denen man nicht auf alles das, wovon die Länge der Schwingungszeit abhängt, Rückſicht genommen hat. Läſst ſich doch eine und dieſelbe Stahlfeder bald ſo ajuſtiren, daſs ſie die gröſsern, bald ſo, daſs ſie die kleinern Schwingungsbogen in kürzerer Zeit zurücklegt, und das nicht bloſs dadurch, daſs man die Dicke und Stärke der Feder an einigen Stellen ändert, ſondern ſelbſt, wie Berthoud behauptet, bei überall gleicher Dicke und Stärke derſelben, indem man nur ihre Länge und die Zahl ihrer Windungen ändert. Daſs, wie Berthoud ſagt, ſich dadurch jede Feder völlig iſochroniſch machen laſſe, ſcheint indeſs durch keinen triftigen Verſuch beſtätigt zu ſeyn.

Atwood.

Veränderung im täglichen Gange des Werks compenſirt werden.

Schwingt daher auch die Unruhe, von ihren Federn getrieben, überhaupt nicht, oder wenigſtens nicht bei allen Lagen der Ruhepunkte iſochroniſch; ſo ſchadet das dem gleichförmigen Gange des Zeithalters nicht im geringſten, ſo lange die Gröſse des Schwingungsbogens unverändert bleibt. Und verändert ſich dieſe, ſo giebt es ein unfehlbares Mittel, durch Verſchiebung der Ruhepunkte der Hülfsfedern, den Zeithalter bei ſeinem vorigen Gange unverrückt zu erhalten.

IV.

EINIGE BEMERKUNGEN UND VERSUCHE
über
die vom Bürger Haſsenfratz *erregten Zweifel gegen die Richtigkeit der gewöhnlichen hydroſtatiſchen Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichtes feſter und flüſſiger Körper,*
von

G. G. Schmidt,
Prof. der Mathematik zu Gieſsen. *)

Der Bürger Haſſenfratz hat in einem *Mémoire de l'Aréometrie* **) den Satz aufgeſtellt: „das Ge-

*) Die Dunkelheit, welche der genannte franzöſiſche Chemiker über die Areometrie verbreitet hatte, ſo gründlich und durch ſo entſcheidende Verſuche, wie in dieſem Aufſätze durch einen um die Areometrie ſchon ſo verdienten Phyſiker, wie Herrn Prof. Schmidt, zerſtreut zu ſehn, war gewiſs der Wunſch ſehr vieler Leſer; und ſie werden ſich mit mir der Zuſage eines der geſchätzteſten Mitarbeiter des ſeel. Gren's, zur fernern Theilnahme an dieſen Annalen, freuen. Möge es übrigens mit den andern Zweigen der neuen Revolution, welche Herr Haſſenfratz, (wie wir in ſeinem Briefe in Scherer's *allgemeinem Journale der Chemie*, II, 210, leſen,) der Chemie in Frankreich bereitet, beſſer als mit dieſem erſten areometriſchen Sproſsſlinge derſelben ausſehn. *d. H.*

**) 4tes St. des 1ten B. der *Annalen der Phyſik*, S. 396.

wicht eines in eine Flüſſigkeit eingetauchten feſten Körpers werde durch die Adhärenz der Flüſſigkeit gegen den Körper vermindert, und folglich der Gewichtsverluſt an der Wage gröſser gefunden, als er nach bloſs hydroſtatiſchen Geſetzen erfolgen würde. Die Gröſse der Adhärenz hänge theils von der Verwandtſchaft zwiſchen dem feſten und flüſſigen Körper, theils von der Menge der Berührungspunkte zwiſchen beiden ab, daher werde der Fehler, welchen man in der Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts feſter Körper durch die hydroſtatiſche Abwiegung begehe, deſto gröſser, je gröſser die Oberfläche des eingetauchten Körpers gegen ſein Volumen ſey. Aus ähnlichen Gründen gebe das Areometer den Verluſt in der Flüſſigkeit, folglich auch das ſpecifiſche Gewicht bald zu groſs, bald zu klein an; zu klein, wenn die Flüſſigkeit mehr Verwandtſchaft gegen das Areometer beſitzt, als das Waſſer; zu groſs, wenn ſie weniger dagegen äuſsert.*) Bloſs die Hombergiſche Methode, nach welcher man gleiche Volumina der Körper in einem mit einem engen Halſe verſehenen Gefäſse abwiegt, ſey dieſen Fehlern nicht unterworfen."

Wegen der Thatſache, worauf Haſſenfratz dieſe Behauptungen ſtützt, verweiſe ich auf das oben angeführte Stück der Annalen, und ſchränke mich hier auf folgende Bemerkungen ein. Es iſt, dünkt

*) Der Theorie nach ſollte man gerade das Gegentheil erwarten. Davon unten. *S.*

milch, eine den Naturforſchern längſt bekannte Thatſache, daſs fein zertheilte feſte Körper ſich geraume Zeit in ſpecifiſch leichtern Flüſſigkeiten ſchwebend erhalten können, und man braucht, um ſich hiervon zu überzeugen, nicht zu künſtlichen Verſuchen ſeine Zuflucht zu nehmen. Der in der Luft ſchwimmende Staub, die in einer Lehmenbrühe ſchwimmende Erde beweiſen es hinreichend. Sehen wir näher auf die Umſtände, welche dieſe Erſcheinungen begleiten, ſo ergeben ſich die nachſtehenden Bedingungen, unter welchen ſie erfolgen. Ein feſter Körper erhält ſich in einer Flüſſigkeit deſto leichter und länger ſchwebend, 1. *je gröſser die Oberfläche des Körpers bei ungeänderter Maſſe iſt;* 2. *je geringer der Unterſchied zwiſchen dem ſpecifiſchen Gewichte der Flüſſigkeit und des Körpers iſt;* 3. *je gröſser die Affinität des feſten Körpers gegen die Flüſſigkeit und die davon herrührende Adhäſion iſt;* 4. *je gröſser die Cohäſion der flüſſigen Theilchen unter ſich,* (die Klebrigkeit der Flüſſigkeit,) *iſt.*

Ein Körper, welcher ſich in einer Flüſſigkeit bewegt, (es geſchehe nun dies durch ſeine relative Schwere, oder durch jede andere Kraft,) muſs Theilchen der Flüſſigkeit aus der Stelle treiben, welche vermöge ihrer Trägheit widerſtehen, und dieſer Widerſtand wächſt bei übrigens gleichen Umſtänden mit der Menge der aus der Stelle getriebenen flüſſigen Theilchen, welche der Gröſse der Oberfläche, oder, beſtimmter, des auf die Richtung der Bewegung ſenkrechten Querſchnittes des Kör-

pers proportional iſt. Hieraus flieſst die *erſte* Bedingung.

Aus dem Verhältniſſe des ſpecifiſchen Gewichts des Körpers gegen das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit läſst ſich die Gröſse des Verluſts an Gewicht, folglich das relative Gewicht des Körpers in der Flüſſigkeit beſtimmen. Es iſt = o, wenn das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit dem ſpecifiſchen Gewichte des Körpers gleich iſt; deſto gröſser, je kleiner das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeit gegen das ſpecifiſche Gewicht des Körpers iſt. Das relative Gewicht druckt die bewegende Kraft des in die Flüſſigkeit eingetauchten Körpers aus, ſein abſolutes Gewicht die zu bewegende Maſſe. Dieſe in jene dividirt, giebt die beſchleunigende Kraft, welche daher im directen Verhältniſſe des relativen Gewichts, und im umgekehrten der Maſſe ſteht, woraus ſich die *zweite* Bedingung ergiebt.

Wenn ein Körper, in eine Flüſſigkeit getaucht, benetzt aus derſelben wieder hervortritt, ſo ſagt man, er adhärire mit der Flüſſigkeit. Die Gröſse der Adhäſion iſt im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Menge der Berührungspunkte oder der Oberfläche des Körpers, und der Verwandtſchaft deſſelben gegen die Flüſſigkeit. *A* bezeichne einen in eine Flüſſigkeit getauchten Körper; um denſelben legt ſich, vermöge der Adhäſion, eine Schicht der Flüſſigkeit *B* an, welche mit dem Körper ein Ganzes bildet und an ſeiner Bewegung Theil nimmt. Hier ſind zwei Fälle zu unterſchei-

den; das ſpecifiſche Gewicht der Schicht *B* bleibt entweder ungeändert, oder es wird durch die anziehende Kraft des Körpers *A* vergröſsert. Im erſten Falle bleibt die bewegende Kraft des geſammten Körpers nach wie vor dieſelbe, dem relativen Gewichte gleich; ſie heiſse $= R$. Die zu bewegende Maſſe iſt $A + B$, folglich die beſchleunigende Kraft $F = \frac{R}{A + B}$, deſto kleiner, je kleiner *R* gegen $A + B$ iſt. Im andern Falle, wenn die Flüſſigkeit verdichtet wird, aber doch nicht zu dem Grade als der feſte Körper *A*, bewirkt die Adhäſion immer noch eine Verminderung der beſchleunigenden Kraft, welche alsdann nicht mehr Statt findet, wenn die Schicht *B* eben ſo dicht als *A*, oder gar noch dichter würde, wie aus folgender Betrachtung erhellet. $n : m : 1$ bezeichnen die Verhältniſſe der Dichtigkeiten des Körpers *A*, der Schicht *B*, und der Flüſſigkeit; ſo iſt die beſchleunigende Kraft des Körpers nebſt der adhärirenden Schicht in der Flüſſigkeit allgemein $F = \frac{A . \frac{n - 1}{n} + B . \frac{m - 1}{m}}{A + B}$. Soll dieſe der beſchleunigenden Kraft von $A = \frac{n - 1}{n}$ gleich ſeyn, ſo folgt $\frac{n - 1}{n} = \frac{m - 1}{m}$, welches nur für *n* und *m* beide $= \infty$, oder für $n = m$ Statt finden kann. So lange $m < n$, iſt auch $\frac{m - 1}{m} < \frac{n - 1}{n}$,

daher *F* kleiner als die beſchleunigende Kraft von *A* ohne die adhärirende Schicht. Für $m > n$ hat man $\frac{m-1}{m} < \frac{n-1}{n}$, daher die beſchleunigende Kraft *F* gröſser als die beſchleunigende Kraft von *A*. Die beiden Fälle $m = n$, und $m > n$ ſind an ſich unwahrſcheinlich, und werden bis jetzt durch keine Erfahrung beſtätigt. Aus der Wirkung der Adhäſion, welche mit der Gröſse der Oberfläche zunimmt, folgt daher ein weiterer Grund für die *erſte* Bedingung.

Iſt auſser dem Widerſtande, welchen die Theile der Flüſſigkeit, vermöge ihrer Trägheit, der Bewegung des feſten Körpers entgegen ſetzen, noch eine beſondere Kraft vonnöthen, um die Theilchen der Flüſſigkeit zu verſchieben, welches man die von der Cohäſion herrührende Klebrigkeit nennt, ſo erhellet, daſs dieſer Widerſtand nicht minder einen Theil von der bewegenden Kraft des eingetauchten Körpers aufzehren werde. Setzt man eine Flüſſigkeit ohne alle Klebrigkeit, deren Theilchen vollkommen verſchiebbar ſind, voraus; ſo erhellet, daſs zwar die beſchleunigende Kraft eines in eine ſolche Flüſſigkeit eingetauchten ſpecifiſch-ſchwerern Körpers durch die Wirkung der Adhäſion und Trägheit der Flüſſigkeit ſehr vermindert, aber nie ganz aufgehoben werden könne. Mit andern Worten, ein ſchwerer Körper würde in einer ſpecifiſch-leichtern Flüſſigkeit, nach Beſchaffenheit der Umſtände, viele 100, ja viele 1000 mal langſamer als

im leeren Raume fallen, aber er würde doch nie ſich vollkommen in der Flüſſigkeit ſchwebend erkalten können. — Das Waſſer iſt eine Flüſſigkeit, deren Klebrigkeit bei einer mittlern Temperatur von 15° — 20° R. ſchon ſehr geringe iſt, daher beſtätigen die folgenden Erfahrungen die aufgeſtellten Sätze. Man zerſtoſse Kieſelſteine, Kalkſteine, Thonſteine, jede beſonders in einem Mörſer, und ſiebe die Pulver durch ein feines Haarſieb. Hierauf bringe man von jeder Gattung eine gleiche Menge in eine beſtimmte Menge Waſſer, rühre die verſchiedenen Gemenge um, und ſtelle ſie ruhig hin. Das Gemenge, welches die Kieſelerde enthält, wird ſich zuerſt aufklären, indeſs die Erde aus dem Waſſer zu Boden fällt, wobei die gröbern Theilchen zuerſt, die feinern zuletzt ſinken; nächſt dem das die Kalkerde, zuletzt das die Thonerde enthaltende Gemenge. Nun iſt es aber bekannt, daſs das Waſſer zur Thonerde unter den genannten Erden die ſtärkſte Adhäſion beſitzt.

Ich komme jetzt auf die Hauptfrage: *Kann die Wirkung der Adhäſion eines in eine Flüſſigkeit eingetauchten Körpers an einer hinlänglich empfindlichen Wage bemerkt werden?* Die Frage richtig zu beantworten, bedenke man, daſs unſere Wagen bloſs bewegende, nicht beſchleunigende, Kräfte meſſen; denn das geſtörte Gleichgewicht der Wage wird nicht durch eine beſtimmte Geſchwindigkeit, ſondern überhaupt aus ihrer Bewegung erkannt. —

Setzen wir eine vollkommne Flüſſigkeit voraus, und die dem Körper adhärirende Schicht derſelben wird nicht verdichtet, ſo zeigt die Wage nichts von der Wirkung der Adhäſion. Wird hingegen die am Körper hängende Flüſſigkeit verdichtet, ſo wird das relative Gewicht des Körpers, folglich die bewegende Kraft an der Wage vermehrt; deſſen ungeachtet könnte der Körper, wie ich oben gezeigt habe, langſamer in der Flüſſigkeit zu Boden ſinken, als ohne die Wirkung der Adhäſion. *) Befindet

*) Dieſen Fall hatte ich vor Augen, als ich die in meinen *phyſiſch-mathematiſchen Abhandlungen* beſchriebenen Gewichtsverminderungen, welche ich bei elektriſirten Körpern, und einigen andern, deren Oberfläche mit Oehl beſtrichen war, bemerkt hatte, aus der verminderten Adhäſion der Luft an dieſe Körper erklärte. Herr von Arnim erwähnt S. 421 des *erſten Bandes der Annalen der Phyſik*, meine Verſuche, und meint, es ſey wahrſcheinlicher, daſs die Adhäſion der Luft an einen Körper denſelben leichter mache, weil ſie ihn an die umgebende Luft feſſele, und das Oehl habe wohl die Adhäſion der Luft vermehrt, welches auch mit der Erfahrung übereinſtimme, daſs das Oehl ſchon bei einer niedrigern Temperatur den Sauerſtoff aus der Luft anziehe, und ſo verderbe. Hierauf antworte ich, erſtens: daſs, wenn man ein Feſſeln des Körpers gegen die umgebende Luft annehmen wollte, man nicht bloſs den Lufttheilchen Adhäſion gegen den Körper, ſondern auch eine bemerkbare Cohäſion unter ſich zuſchreiben müſſe, welche letztere Vorausſetzung der Natur einer ex-

ſich der Körper in einer unvollkommenen Flüſſigkeit, ſo vermindert der von der Klebrigkeit der zu verſchiebenden Theilchen herrührende Widerſtand die bewegende Kraft des Körpers, und er wird leichter an der Wage.

Die Erfahrung muſs lehren, ob dieſer Widerſtand ſo groſs iſt, daſs er einen merklichen Einfluſs auf die gewöhnliche Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts der Körper haben kann. Die von dem Bürger Haſſenfratz bemerkten Unterſchiede in dem ſpecifiſchen Gewichte der Körper bei vermehrter Oberfläche derſelben ſind ſo auffallend groſs, daſs man geneigt wird, ſie irgend einer andern Urſache, als dem von der Klebrigkeit des Waſſers herrührenden Widerſtande zuzuſchreiben. Ich beſchloſs, zu meiner Belehrung, die Verſuche zu wiederhohlen. Die Reſultate davon enthält das Nachſtehende.

Verſuch 1. An der in meinen *phyſiſch-mathematiſchen Abhandlungen* beſchriebenen äuſserſt em-

panſibeln Flüſſigkeit geradezu widerſpricht. Zweitens darf man aus der Verwandtſchaft eines Körpers gegen den Sauerſtoff nicht gerade auf die Adhäſion des Körpers gegen die Luft ſchlieſsen. Beſitzt doch wohl das Waſſer auch weniger Verwandtſchaft zum Sauerſtoffe der Atmoſphäre als das Oehl, und deſſen ungeachtet eine gröſsere Adhäſion gegen die Luft. Wenigſtens ſcheint dies das bekannte Phänomen des Stillen der Meereswellen durch aufgegoſſenes Oehl zu beweiſen. *S.*

pfindlichen Wage von Hauf, wog ich einen *Stanniolſtreifen*, der 8 pariſer Zoll lang, und 2 Zoll breit war, zuerſt in der Luft und dann unter deſtillirtem Waſſer von 15° Temperatur nach Reaumur ab, und fand das ſpecifiſche Gewicht des Stanniols 7,430. Hierbei iſt zu bemerken, daſs der Stanniolſtreifen, welcher an einem feinen Menſchenhaare aufgehängt war, lothrecht ſo ins Waſſer herab hing, daſs er das Waſſer bei den Oſcillationen der Wage mit der kleinſten ſcharfen Seite durchſchnitt. Die an dem Stanniol hängenden Luftbläschen waren mit einer Federſpuhle ſorgfältig abgewiſcht worden, und unter dieſen Umſtänden ging die Beweglichkeit der Wage bis zu ½ Richtpfennigtheil.

Verſuch 2. Der Stanniolſtreifen wurde mit beiden Enden zuſammengeſchlagen und an dem Haare ſo aufgehängt, daſs der untere aus einander gebogene Theil dem Waſſer eine Stoſsfläche von ungefähr 2 Quadrat-Zoll entgegenſetzte. Die Wage blieb bei dem aufliegenden Gewichte des vorhergehenden Verſuchs zwar noch im Gleichgewichte; aber ihre Beweglichkeit war bis auf 8 Richtpfennigtheile vermindert; offenbar bloſs eine Folge vom Widerſtande des Waſſers. Sie würde bei dieſem Verſuche in der Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts eine Unrichtigkeit von 0,44 Theilen veranlaſst haben.

Verſuch 3. Der Stanniolſtreifen wurde unter dem Waſſer bis auf ¼ Quadratzoll Oberfläche zuſammengefaltet, und ſo viel wie möglich zuſammenge-

preſst. Das ſpecifiſche Gewicht und die Beweglichkeit der Wage fanden ſich genau wie in dem erſten Verſuche.

Verſuch 4. Ein Stanniolſtreifen wurde, wie in dem erſten Verſuche, unter Waſſer aufgehängt, und hierauf das Waſſer in das Vacuum der Luftpumpe gebracht. Es entwickelten ſich eine Menge Luft- und Dampfblaſen aus dem Waſſer, von welchen ſich ſo viel an den Stanniolſtreifen anhingen, daſs er davon auf die Oberfläche des Waſſers getrieben wurde. Nachdem dieſe Blaſen mit einer Federſpuhle weggenommen worden waren, beſtimmte ich das ſpecifiſche Gewicht des Stanniolſtreifens; es fand ſich = 7,428.

Verſuch 5. Der Stanniolſtreifen wurde bis auf $\frac{1}{4}$ Quadrat-Zoll Oberfläche zuſammengefaltet, abermals mit dem Waſſer unter die Glocke der Luftpumpe gebracht, und hierauf das ſpecifiſche Gewicht = 7,00 gefunden.

NB. Während des Evacuirens kam eine Menge Luftblaſen nicht bloſs aus dem Waſſer, ſondern auch zwiſchen den Blättern des zuſammengefalteten Stanniols hervor, welche dadurch aus einander getrieben wurden. Die nach dem Auspumpen an den äuſsern Seiten des Stanniols hängenden Luftblaſen konnten zwar hinweggenommen werden, aber nicht wohl die zwiſchen den Blättern befindlichen.

Verſuch 6. Der Stanniolſtreifen wurde zuſammengerollt in einer Flaſche voll Waſſer unter die

Luftpumpe gebracht, und hierauf deſſen ſpecifiſches Gewicht nach der Hombergiſchen Methode = 7,41 gefunden.

* * *

Aus dieſen Verſuchen ziehe ich die Folge, daſs der von der Cohäſion und Trägheit der Flüſſigkeiten herrührende Widerſtand gegen die Bewegung der in ſie eingetauchten Körper allerdings einen ſchädlichen Einfluſs auf die gewöhnliche Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts haben kann, welcher deſto gröſser wird, je gröſser die der Flüſſigkeit ausgeſetzte Stoſsfläche des eingetauchten Körpers, je kleiner ſein relatives Gewicht, und je unempfindlicher die hydroſtatiſche Wage iſt.

Zweitens ſcheint die von dem Bürger Haſſenfratz angewendete Methode, die Körper von der ihnen unter Waſſer anhängenden Luft durch das Vacuum der Luftpumpe zu befreien, nicht die beſte zu ſeyn, weil ſie nur dazu dient, eine Menge Luft aus dem Waſſer zu entbinden, welche ſich zum Theil an den feſten Körper und in deſſen Zwiſchenräume begiebt, und es daher von andern zufälligen Umſtänden abhängt, ob der Körper auf die Weiſe ganz von der ihm unter dem Waſſer anhängenden Luft befreiet werde.

Sollten ſich wohl aus dieſen beiden Urſachen die von dem Bürger Haſſenfratz gefundenen beträchtlichen Unterſchiede der ſpecifiſchen Gewich-

te bei vergröſserter Oberfläche der Körper erklären laſſen? Die nachſtehenden Verſuche beweiſen mir wenigſtens, daſs das nach meinem Vorſchlage von Ciarcy verbeſſerte Fahrenheitiſche Areometer das ſpecifiſche Gewicht der Flüſſigkeiten mit einer für die Ausübung hinlänglichen Genauigkeit angiebt, und daſs man keinesweges genöthigt ſey, jedesmal zu der umſtändlichern Hombergiſchen Methode ſeine Zuflucht zu nehmen. Ich fand nämlich das ſpecifiſche Gewicht

	mit dem *Areometer*,		nach der Homb. *Methode*
eines ſehr reinen waſſerhellen Provenceröhls	0,9235	—	0,9202
des Weingeiſtes	0,8135	—	0,8135
einer Auflöſung des Kupfers in Salmiakgeiſt	1,0205	—	1,01999

bei 15° Temperatur nach Reaumur. Der Unterſchied zwiſchen den beiderlei Angaben iſt bei dem Oehle am gröſsten, wie wegen der Klebrigkeit dieſer Flüſſigkeit zu erwarten war.

Ich wiederhole bei dieſer Gelegenheit die ſchon anderwärts gegebene Vorſchrift, daſs man, um mit dem allgemeinen Areometer recht genaue Reſultate zu erhalten, nicht verſäumen darf, das Inſtrument vor dem Gebrauche recht wohl zu reinigen, und in die zu unterſuchende Flüſſigkeit bis an das Normalpünktchen einzutauchen, damit durch das Benetzen die Wirkung der Adhäſion der Luft an das Glas aufgehoben werde. Auch iſt es gut, da, wo

man einen hinreichenden Vorrath von der zu unterſuchenden Flüſſigkeit hat, ſich eines Gefäſses zu bedienen, in welchem das Areometer nach allen Seiten hin, hinlänglichen Spielraum habe, weil nach hydrauliſchen Erfahrungen der Widerſtand der Flüſſigkeiten in engen Kanälen gröſser als in weiten iſt.

Bei dieſer Gelegenheit noch ein Paar Worte über die von dem Bürger Haſſenfratz angegebenen ſpecifiſchen Gewichte einiger reinen Erden. Man ſehe die *Annalen*, 1. Bd, 4. St., S. 425. Es war mir auffallend, das ſpecifiſche Gewicht der reinen Bittererde = 0,346 angegeben zu finden, da es doch bekannt iſt, daſs ſich die Bittererde aus der Auflöſung des Bitterſalzes in Waſſer nicht nur durch kauſtiſches Kali fällen läſst, ſondern daſs auch die ganz friſch gebrannte Bittererde, ſobald ſie nur vom Waſſer benetzt, und eben dadurch von der ihr adhärirenden Luft befreiet iſt, im Waſſer ſehr bald zu Boden ſinkt. Sollte die Verbindung des Waſſers mit der reinen Bittererde ihr ſpecifiſches Gewicht über das Dreifache vergröſsern, ſo müſste das ſpecifiſche Gewicht der ungebrannten Bittererde wohl auch beträchtlich gröſser, als der gebrannten Bittererde ſeyn.

Ich ſtellte darüber zuerſt nach dem von Haſſenfratz angegebenen Verfahren einige Verſuche an, und fand durch Abwiegen in Queckſilber das

ſpecifiſche Gewicht der gebrannten Bittererde = 0,254, der ungebrannten = 0,347. Hierauf unterſuchte ich auch das ſpecifiſche Gewicht derſelben Erden nach der Hombergiſchen Methode, bediente mich aber ſtatt des Queckſilbers eines vollkommen geſättigten Kalkwaſſers, und nun fand ich das ſpecifiſche Gewicht der gebrannten Bittererde = 2,187, der ungebrannten = 1,225.

Woher dieſer auffallende Unterſchied zwiſchen den beiden Reſultaten? Ich bin geneigt, denſelben aus folgenden Umſtänden zu erklären: Das Queckſilber äuſsert keine Adhäſionskraft gegen die Bittererde, und dringt daher, ſelbſt durch den Druck der Atmoſphäre unterſtützt, bei weitem nicht in alle Zwiſchenräume der lockern Erde, vielmehr dient jener mechaniſche Druck der Luft auf das Queckſilber bei dem Haſſenfratziſchen Verfahren, nur die lockere Erde in der Hombergiſchen Flaſche zuſammenzudrücken, wobei, nach Beſchaffenheit der Umſtände, mehr oder weniger Zwiſchenräume, ja ſelbſt noch Luft innerhalb der Erde zurückbleibt, welches man ſehr deutlich wahrnimmt, wenn man einen Klumpen von der ſo zuſammengeballten Bittererde in Kalkwaſſer oder jede andere Flüſſigkeit wirft, welche die Erde, ohne ſie aufzulöſen, durchdringt, wobei eine Menge Luftbläschen hervorkommt. Mir ſcheint daher bis jetzt das von Herrn Richter angegebene Verfahren, das ſpecifiſche Gewicht der im Waſſer auflöslichen Körper, in den geſättigten Auflöſungen derſelben im Waſſer

zu

zu beſtimmen, eins der vorzüglichſten. Man erhält dadurch zwar das ſpecifiſche Gewicht der Körper in einem Zuſtande, worin ſie von allen durch phyſiſche Adhäſions-Kräfte durchdringbaren Zwiſchenräumen befreit ſind, aber auch feſtere Verhältniſſe als bei dem von Haſſenfratz oder Kirwan eingeſchlagenen Verfahren, wo die Zwiſchenräume der lockern Erden und Salze bloſs durch mechaniſche Kräfte zerſtört werden, und daher bald mehr, bald weniger zurückbleiben.

V.

Ueber
DEN EINFLUSS DES SONNENLICHTS
auf die Verdünſtung des Waſſers,

vom
Prof. Egidius Heller
in Fulda.

Hängt man an das nämliche Geſtelle zwei harmonirende Thermometer neben einander auf, und läſst das eine in freier Luft und das andere in ein Glas voll Waſſer herabhängen, zieht aber dieſes Glas ſo weg, daſs an der Kugel des Thermometers ein Tropfen hängen bleibt: ſo bemerkt man, daſs dieſes zweite Thermometer auf einen beſtimmten Grad herabfällt und da einige Zeit verweilt, während das erſte in freier Luft auf ſeinem vorigen Grade ſtehen bleibt. Dieſer Verſuch iſt bekannt, wie auch die Erklärung, daſs das Waſſer im Tropfen verdünſte und dem Thermometer hierbei Wärmetheile entreiſse und mit ſich fortführe. Ich nahm mir einmahl vor, mit dem vorbenannten kleinen Apparate Beobachtungen anzuſtellen, und ſetzte ihn vor ein Fenſter, wo die Sonnenſtrahlen den gröſsten Theil des Tages hintreffen konnten. Es waren Queckſilber-Thermometer mit kleinen Kugeln und der 80theiligen Skale. Ich bemerkte in meinem Tagebuche zuerſt die Temperatur der Luft *TL*, dann die des Waſſers *TW*, ſubtrahirte von der

anfänglichen Temperatur des Waſſers den Grad, auf welchen das zweite Thermometer während der Verdünſtung herabfiel, und ſtehen blieb, bis es wieder zur Temperatur der Luft zurückgehen wollte, und nannte dieſes *Verdünſtungskälte VK.* Zu gleicher Zeit beobachtete ich Barometer, Hygrometer und die Witterung, und bekam ſo innerhalb einiger Sommer eine groſse Anzahl von Beobachtungen von + 5° bis + 25° R.

Ich ging an dieſe Beobachtungen mit folgendem Grundſatze: *Waſſer von einer gegebenen Temperatur müſſe immer auch die nämliche Verdünſtungskälte zur Folge haben;* fiele z. B. bei + 8° das Thermometer während der Verdünſtung irgend einmahl um 0,6°; ſo müſſe dieſes allezeit und unter allen Umſtänden geſchehen, ſo oft die Temperatur des Waſſers + 8° wiederkäme. Aber ich wurde von dieſem *Irrthume* durch die Beobachtungen, die mich etwas ganz anderes lehrten, ſehr bald zurückgebracht. Ich führe einige Beiſpiele an; ſie ſind von verſchiedenen Tagen und Stunden.

TW.	*VK.*	*TW.*	*VK.*	*TW.*	*VK.*	*TW.*	*VK.*
10,0°	0,5°	10,6°	4,5°	17,0°	4,5°	23,0°	7,0°
10,3	1,4	10,6	2,4	17,0	5,0	23,1	8,1
10,4	0,0	10,8	0,4	17,0	6,4	23,5	6,6
10,4	0,5	10,8	2,8	17,3	2,6	23,6	5,6
10,4	0,6			17,3	5,7	23,7	8,4
10,5	1,5			17,5	3,1	u. ſ. w.	
10,5	2,1			17,5	6,0		
10,5	4,0			17,5	6,1		

Bei dieſen Beobachtungen war die *Temperatur der Luft* manchmahl etwas gröſser als die des Waſſers. Um dieſen beſorglichen Unterſchied zu beſeitigen, obſervirte ich nur, wenn beide einander gleich waren, oder ich brachte durch die Wärme meiner Hand die Temperatur des Waſſers zu der der Luft. Aber umſonſt: denn ſo z. B. fand ich

T L.	*T W.*	*V K.*	*T L.*	*T W.*	*V K.*
17,0°	17,0°	3,4°	12,0°	12,0°	1,7°
17,0	17,0	2,3	12,0	12,0	0,7 u. ſ. w.

Da unter meinen Beobachtungen doch manche vorkamen, die gleiche Reſultate lieferten, (man ſehe oben bei 10,5° und 17,5°;) ſo ſetzte das dennoch voraus, daſs eine Urſache mit vorkommen müſste, die unter gewiſſen Umſtänden gleichförmig wirkte. Die *hygrometriſche* Beſchaffenheit der Luft war es nicht:

Hygrometer von Retz	*T L.*	*T W.*	*V K.*
34,0°	16,4°	16,4°	4,0°
34,0	16,4	16,4	1,3

Es iſt nur zu gewiſs, daſs die *Winde* die Ausdünſtung beſchleunigen. Auch konnte ich ſehr deutlich bemerken, daſs mein zweites Thermometer mehr fiel, als vorher, wenn im erſten Falle ein Wind ging; ſelbſt das leiſeſte Wehen afficirte meine Thermometer. Allein dieſer Effect des Windes iſt gegen den oben bemerkten Unterſchied der Ver-

dünſtungskälten zu klein, um ihn begreiflich zu machen.

Sollte vielleicht die Verdünſtung des Waſſers bei einerlei Temperatur um ſo rapider und gröſser ſeyn, *mit je mehr Freiheit der Dunſt in einem minder drückenden Medium aufſteigen könnte?* Ob ich gleich an 200 Beobachtungen vor mir habe, ſo kann ich nicht mehr als Ein Beiſpiel anführen, das die Bedingung der Frage erfüllte. Aber es bejahet ſie nicht. Hier iſt es:

T W.	*V K.*	*Barometerſtand*		
17,6°	5,5°	27″	5,7‴	von 2 Tagen.
17,8	5,8	27	0,7	

Da ſolcher Geſtalt alle jene Dinge ausgeſchloſſen waren, von deren Einfluſs die Verſchiedenheit der Verdünſtungskälten bei einerlei Temperatur des Waſſers hätte können vermuthet werden, und doch eine, wie es ſchien, gleichförmig wirkende Kraft mit im Spiele war; ſo muſste ſie ſich, meines Erachtens, an Tagen, wo eine gleichförmige, nicht veränderliche Witterung herrſchte, zu erkennen geben, und ſich bei der Vergleichung offenbaren. Ich beobachtete daher an heitern Tagen mehrmahls und führe hier einige Beiſpiele an.

11ter Mai 1794,
der Himmel heiter.
Oſtluft.

Stunden.	*TW.*	*VK.*
7 U 30 M. Morg.	11,3°	2,1
9 - 45 - -	13,0	4,0
10 - 45 - -	16,0	5,5
12 - 00 - -	16,5	6,0
1 - 00 - Ab.	17,0	6,4
2 - 00 - -	15,0	4,2
3 - 30 - -	15,7	4,7
4 - 45 - -	12,0	1,5

11ter Jun. 1794,
der Himmel heiter.
Oſtluft.

Stunden.	*TW.*	*VK.*
6 U. 15 M. Morg.	9,8	1,2
8 - 45 - -	18,9	5,5
1 - - - Ab.	20,4	7,0
4 - 00 - -	15,8	3,2
5 - 15 - -	13,4	1,2
6 - 00 - -	13,0	0,9

Nun kam den 12ten *Mai*, der auch heiter war, Morgens 7 Uhr 45 Minuten, die Temperatur 16,5 wieder vor, wie ſie den Tag zuvor, den 11ten, um 12 Uhr da geweſen war; brachte aber am 12ten nur eine Verdünſtungskälte von 3,2°, am 11ten aber eine von 6° hervor. Gerade ſo brachte die Temperatur von 17,5° am 10ten *Junius*, der auch heiter war, um 11 Uhr Morgens eine Verdünſtungskälte von 6,1°, und am 12ten bei gleicher Heiterkeit um 7 Uhr Morgens nur eine von 3°. Da nun bei gleichförmiger Witterung zwei Tage hinter einander die nämliche Temperatur dennoch nicht gleiche Verdünſtungskälte hervorbrachte, übrigens aber kein weiterer Unterſchied als in der Zeit obwaltete, in welcher dieſelbe Temperatur ſtatt hatte; ſo — was ſollte ich da aber für einen Schluſs machen? — ſo liegt es vielleicht an den *Sonnenſtrahlen*, die am Ende doch warm machen, ſpäter

aber gewiſs mehr, als des Morgens früh? Sollte dies der Unterſchied ſeyn, der von der Zeit geſetzt wird? Hier ſchien mir auf einmahl ein Licht aufzugehen. Ihm folgend, ſchloſs ich: Wenn Waſſer von einer gegebenen Temperatur von der Sonne erſt nach einigen Stunden ihres Aufganges beſchienen wird, ſo muſs ihr ſchwächeres Licht eine viel kleinere Einwirkung auf den Waſſertropfen haben, als das ſtarke Mittagslicht bei gleicher Temperatur des Waſſers, und *vice verſa.* Dagegen muſs eine gegebene Temperatur gleiche Verdünſtungskälten zur Folge haben, wenn die Wirkung des *gleich ſtarken Lichtes* an zwei gleichförmigen Tagen zur nämlichen Stunde beobachtet wird: nur müſſen die Tage der Zeit nach nicht zu weit von einander entfernt ſeyn. Mit dieſem Grundſatze durchmuſterte ich nun meine Beobachtungen und fand darin ſeine Befeſtigung, ſo ſchwankend auch meine Schätzung der Intenſität des Sonnenlichts war und ſeyn muſste. Beiſpiele hierzu ſind folgende Beobachtungen.

TW.	VK.	Stunden und Witterung. Jahr 1794.
10,4	0,5	6 Uhr 45 Min. Morg. den 10ten Mai. Sonnenſchein.
10,4	0,6	7 Uhr Morgens den 16ten Mai. Sonnenſchein.
10,5	1,5	5 Uhr Abends den 17ten Mai; ſchwacher Sonnenſchein.
10,5	2,1	9 Uhr 45 Min. Morgens den 14ten Mai. Sonnenſchein.
10,5	4,0	3 Uhr Nachmittags den 23ſten Mai. Sonnenſchein.
15,0	3,1	9 Uhr Morgens den 16ten Mai. Sonnenſchein.
15,0	3,0	9 Uhr 30 Min. Morgens den 12ten Mai. Sonnenſchein.
17,5	6,0	12 Uhr den 18ten Mai. Sonnenſchein.
17,5	6,1	11 Uhr den 10ten Junius. Sonnenſchein.
21,2	5,7	8 Uhr 30 Min. Morgens den 13ten Junius. Sonnenſchein.
21,3	7,2	10 Uhr 30 Min. Morgens den 13ten Junius. Sonnenſchein.
21,0	7,0	1 Uhr Nachmittags den 6ten Julius. Sonnenſchein.
21,5	5,5	3 Uhr Nachmittags den 6ten Julius. Sonnenſchein. u. dgl. m.

Dieſe Uebereinſtimmung der Beobachtungen mit meinem entworfenen Grundſatze iſt zu groſs, als daſs man ſie bloſs dem Zufalle zuſchreiben ſollte. Wie ſehr vermiſste ich nun ein Inſtrument, womit man die jedesmahlige Stärke des Sonnenlichts zu verſchiedenen Zeiten meſſen könnte, nämlich ein *meteorologiſches Photometer!* Unterdeſſen ſehen wir eine neue Beziehung, die die Sonne zu unſrer Erde hat. Es begreift ſich nun, warum man die

Gradirhäuſer gegen die Sonne bauet; warum das Waſſer, das von Dorn zu Dorn fällt, um ſo mehr verdünſtet, je ſonnenreicher die Zeit iſt. Die Sonne zerſtreuet die *Nebel* um ſo gewiſſer, je ſtärker und ungeſchwächter ihre Strahlen darauf fallen. Ich ſah an einem Julius-Tage, daſs 10° Temperatur des Waſſers gar keine Verdünſtungskälte zur Folge hatten, allein es war trüber Himmel und Morgens 5 Uhr. So erhalten ſich bei gewölktem Himmel die Nebel oft lange Zeit in den Thälern der Berge, u. ſ. w.

Endlich wurde ich im Verlaufe meiner Beobachtungen gewahr, daſs gegen den Abend ganz heiterer Tage die Temperaturen des Waſſers und der Luft um meinen Apparat ſo verſchieden wurden, daſs ich darüber in Erſtaunen gerieth. Das erſte Mahl traute ich meiner Beobachtung nicht; beim zweiten Mahle ſchrieb ich in mein Tagebuch: „ich habe mich gewiſs nicht verſehen"; in der Folge wurde ich nur zu gewiſs von der Sache überzeugt. Wenn nämlich mein Apparat beinahe den gröſsten Theil eines heitern Tages der Sonne ausgeſetzt war; ſo kam er nach 4 Uhr Abends, vermöge ſeiner Lage, ziemlich ſchnell in Schatten, und erfuhr daher die Einflüſſe des Lichts und Schattens in kurzen Intervallen. Unter vielen nur einige Fälle, immer vom nämlichen Tage jedes Paar.

	TL.	TW.	Unterſchiede.	VK.
{ 3 U. 30 M. Ab.	18,0°	15,7°	2,7°	4,7°
{ 4 U. 45 M. Ab.	18,0	12,0	6,0	1,5
{ 4 U. Abends	15,0	14,0	1,0	4,0
{ 5 U. 50 M. Ab.	14,0	10,0	4,0	1,5

Wenn dagegen der Himmel an einem Tage gleichförmig gedeckt war, ſo hielten ſich die beiden Temperaturen etwas näher zuſammen, ſowohl Morgens als Abends, und lieſsen keine ſo groſse Unterſchiede zu. Dieſe Erfahrung beſtärkte mich in meinem angeführten Grundſatze aufs vollkommenſte. Die Auflöſung dieſes Problems fand ich in einem Briefe des Herrn de Luc, *dieſes groſsen Meteorologen*, an Delametherie in Gren's *Journale der Phyſik*, B. IV, S. 251, wo er ſagt: „Es giebt in der Atmoſphäre noch ein anderes Phä„nomen der Wärme, das man nicht zu erklären ge„ſucht hat, nämlich ihre *plötzliche Verminderung* „an ſchönen Tagen *nach dem Untergange der Son„ne.* — Was iſt nun die Urſach jener plötzlichen „Verminderung der Wärme?" — S. 252: „Die „Sonnenſtrahlen bilden neues Feuer," und: „die „zweite Function der Sonnenſtrahlen iſt, ſie brin„gen in dem Feuer, (Wärmeſtoffe,) das ſie berüh„ren, eine *Vermehrung der expanſiven Kraft* zu„wege, welche die Nacht hindurch aufhört." Dies erklärt, meiner Ueberzeugung nach, den von mir beobachteten Unterſchied der Verdünſtungskälte bei gleicher Temperatur des Waſſers aufs voll-

kommenſte. Es kam nämlich in meinen Beobachtungen nicht bloſs auf die abſolute Menge von Wärme an, welche das Waſſer hatte, das verdünſten ſollte; ſondern es kam nun auch auf die Menge und Stärke des Lichts an, das jene Wärme berührte: war bei *gleicher* Menge von Wärme die Menge und Stärke des einfallenden Sonnenlichts gröſser, ſo war auch die Verdünſtung gröſser, wegen vermehrter Expanſiv - Kraft, und ſo umgekehrt. *) Darf ich dieſe Anſicht nicht ſehr intereſſant nennen? Sie erklärt die Verſchiedenheit der Verdünſtungskälten bei *einerlei* Temperatur des Waſſers, an einem hellen und an einem trüben Tage; in den verſchiedenen Jahreszeiten, z. B. Frühling, Sommer; in den verſchiedenen Stunden des nämlichen Tages u. ſ. w. Das Maaſs der Ausdünſtungskälten wird und bleibt folglich ſchwan-

*) Sollte das intereſſante Reſultat dieſer mühſamen Beobachtungen, für welche die Phyſiker Herrn Prof. Heller allen Dank ſchuldig ſind, ſich nicht aus der Rumfordſchen Lehre von der hohen *intenſiven Hitze* des Sonnenlichts, welcher Graf Rumford alle dem Anſcheine nach chemiſchen Wirkungen des Sonnenlichts zuſchreibt, (*Ann. d. Ph.*, II, 268,) ſo genügend erklären laſſen, daſs man nicht nöthig hätte, deshalb mit de Luc Modificationen in der ſpecifiſchen Elaſticität des Wärmeſtoffs anzunehmen, und dadurch das Feld der Hypotheſen in der Naturlehre noch immer mehr zu erweitern? *d. H.*

kend und ungewiſs, wenn es nicht durch ein Meſſen der Intenſität des Sonnenlichts unterſtützt wird, woher denn ein meteorologiſcher Lichtmeſſer ein wahres Bedürfniſs wird,*) beſonders ſeitdem man die merkwürdige Beobachtung gemacht hat, daſs die Oberfläche der Sonne nicht immer mit gleicher Lichtmenge überſtrömt werde. Siehe Voigt's *neues Magazin für die Naturkunde* u. ſ. w., B. I, H. 3, S. 53, *Nachſchrift.* **)

*) Lieſsen ſich dazu nicht vielleicht empfindliche correſpondirende Thermometer brauchen, deren eines im Schatten, das andere im Sonnenlichte, (vergl. *Ann.*, III, 82,) allenfalls in einen Glas-Cylinder eingeſchloſſen oder unter einem Glas-Recipienten, (*Ann.*, II, 389,) beobachtet würde? *d. H.*

**) Bekanntlich ſtellte zuerſt Herſchel die ingenieuſe Meinung auf, daſs nicht der Körper der Sonne ſelbſt, ſondern ihre Atmoſphäre leuchtend ſey, daſs hier das ringsum ausſtrahlende Licht entbunden werde, und daſs in dieſer Licht-Atmoſphäre meteorologiſche Veränderungen, wie in der wäſſerigen Atmoſphäre unſrer Erde vorgehn, Lichtwolken ſich bilden, verdichten und wieder zerſtreuen. Dabei werde uns mitunter, wenn die Wolken über einem weiten Landſtriche verſchwinden und dort der Sonnenhimmel ſich aufklärt, ein Blick durch die Sonnen-Atmoſphäre auf den dunkeln Sonnenkörper vergönnt, der ſich in Geſtalt von Sonnenflecken zeigt, indeſs ſtark verdichtete Wolkenzüge uns als Sonnenfackeln erſcheinen. Dieſe Vorſtellung erklärt allerdings die Sonnenflecken und Sonnenfackeln ſo genügend, daſs man ihr die Beiſtimmung nicht verſagen kann, zumahl da auch der

Einwurf, den man dagegen aus den ſcharf abgeſchnittenen Rändern des Sonnenbildes gemacht hat, ſich daraus heben läſst, daſs die Lichtwolken nur bis auf eine unbedeutende Höhe, im Vergleiche mit dem Sonnenhalbmeſſer, anſteigen, und daſs die rings umher ausſtrömenden Lichttheilchen, geſetzt, ſie leuchteten auch ſelbſt, doch entweder von unendlich geringerer Dichtigkeit oder von unendlich geringerer Extenſion, als die Licht-Materie in den Sonnenwolken ſind. Sind wir alſo gleich berechtigt, aus der gröſsern Menge von Sonnenflecken auf locale Schwächung, ſo wie aus dem Ueberfluſſe an Fackeln, auf locale Verſtärkung des Sonnenlichts zu ſchlieſsen, ſo möchte die daraus entſpringende Veränderlichkeit in der Intenſität des zu uns herabſtrahlenden Sonnenlichts, doch wohl viel zu unbeträchtlich ſeyn, um ſich an irgend einem Inſtrumente zu offenbaren, oder wohl gar in unſrer Erd-Atmoſphäre den herrſchenden Charakter der Witterung zu beſtimmen, wie dieſes im Voigtſchen *Magazine*, wohin Herr Prof. Heller hierbei verweiſt, vermuthet wird, wo ſelbſt die heiſse Witterung des Frühlings 1798, und die häufigern und fürchterlichern Gewitter um Jena, als eine Folge des Umſtandes angeſehen werden, daſs die Sonne um dieſe Zeit nicht ſolche Flecken wie ſonſt gehabt, und folglich um ein Anſehnliches (?) mehr Licht und Wärme gegeben habe. Der groſse Unterſchied der Intenſitäten des Sonnenlichts auf der Erdoberfläche iſt unſtreitig viel näher bei uns, in unſrer Atmoſphäre und deren Durchſichtigkeit zu ſuchen, welche zu beurtheilen, vielleicht Sauſſüre's Cyanometer dienen könnte. *d. H.*

VI.

BEITRÄGE
zur Lehre von der Wärme in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht,

vom

Herrn Grafen von Rumford
in London.

(Fortſetzung, *Annalen*, IV, Aufſatz 4.)

---

7. *Beſchreibung von Feuerungsanſtalten zu verſchiedenem ökonomiſchem Gebrauche, als Muſter zur Nachahmung.*

1. *Küchen.*

Unter allen Küchen, die Graf Rumford angelegt hat, iſt von ihm die meiſte Sorgfalt auf die beiden groſsen Münchner Küchen, von denen ſchon in den vorigen Abſchnitten die Rede war, gewandt worden.

„Die Küche in der *Militär-Akademie*", ſagt der Graf, „iſt, nach vielen Aenderungen, jetzt ſo vollkommen, daſs ich zweifeln muſs, ob ſie ſich noch weiter verbeſſern laſſe. Ihre beiden groſsen Kochkeſſel, und die 3 weiten Pfannen, (*Saucepans*,) die in einem beſondern Herde ſtehen, kann ich als tadelloſe Muſter zur Nachahmung empfehlen, und der Bratofen, (*Roaſter*,) iſt nach 7jährigem täglichen Gebrauche noch immer gut im Stan-

de, und wird es wahrſcheinlich noch zwanzig Jahre lang bleiben.

Alle Küchen-Prozeſſe laſſen ſich hier mit vieler Leichtigkeit und einem ſehr geringen Holzaufwande ausführen, und ſo z. B. würden, um 100 Bair. Pfund Kalbfleiſch zugleich in 6 groſsen Stücken zu braten, (*roaſt*,) nicht mehr als 33 Pfund trockenes Fichtenholz erfordert, das iſt, die Klafter von 2967 Bair. Pfunden, zu 4½ Gulden gerechnet, für 3 Kreuzer Holz, welches mir in London anfangs niemand glauben wollte. *)

In der *Küche des Münchner Induſtrie-Hauſes* iſt der groſse runde kupferne Kochkeſſel, der in einer

*) Dieſe *Roaſter*, (welche ich nicht anders als durch *Bratöfen* zu überſetzen weiſs,) ſind, wie Graf Rumford verſichert, von ſo ausnehmendem Nutzen, daſs er ſich ſchmeichelt, ſie in kurzem im allgemeinen Gebrauche zu ſehn, indem man in ihnen unendlich an Brenn-Materialien ſparte, und ſehr wohlſchmeckende, ſaftige Braten erhalte. Ein groſser Roaſter von dieſer Art wurde im Findlingshauſe zu London erbaut, und in dieſem werden 112 Pfund Rindfleiſch zu gleicher Zeit mit einem Kohlenaufwande von nicht mehr als für 4 Pence Sterling gebraten. Eine ausdrückliche Beſchreibung dieſer Roaſters findet ſich nicht, doch kommt noch mehreres von ihnen weiterhin bei dem *Backofen* vor, mit dem ſie groſse Aehnlichkeit zu haben ſcheinen. Einer der nächſten *Eſſay's*, die Graf Rumford herauszugeben denkt, wird ſich ausſchlieſslich mit der Einrichtung der Küchen und

kleinen an die Küche anſtoſsenden Stube ſteht, nicht minder vollkommen eingerichtet. Ein wohlfeiler, einfach und haltbar gearbeiteter hölzerner Deckel, hält die Wärme in ihm ſehr gut zuſammen, und durch die Dunſtröhre deſſelben wird der beim Kochen entſtehende Dampf gleich aus dem Keſſel ſo abgeleitet, daſs die Luft der Küche trocken und geſund bleibt. Zur Ableitung des Dunſtes, der von der heiſsen Suppe, wenn ſie angerichtet wird, aufſteigt, iſt noch eine hölzerne Röhre mit einer Klappe angebracht, deren Oeffnung ſich an der Decke der Küche befindet, und die man im Winter mit einer Schnur nur dann aufzieht, wenn eben angerichtet wird. Die einzige Verbeſſerung, die ich noch treffen möchte, wäre, Oeffnungen anzubringen, mittelſt deren man die Feuergänge gelegentlich reinigen könnte, ohne das groſse Kochgefäſs aus ſeiner Stelle heben zu dürfen. Denn dieſe Reinigung des Bodens und der Seitenwände der Feuergänge muſs bei ſolchen groſsen Vorkehrungen alle 6 Wochen vorgenommen werden. Gerade über dieſem Kochkeſſel iſt ein Behälter angebracht, um Kartoffeln abzutrocknen, die zuerſt gekocht, dann geſchält und in kleine Stücken zerſchnitten werden, und ſich ſo viele Jahre lang aufbewahren laſſen. Die acht eiſernen Kochtöpfe

der Küchengeräthe beſchäftigen, und darin verſpricht er auch genaue und umſtändliche Beſchreibungen und Abbildung der *Roaſters*, *Saucepans*, Dampſkeſſel u. ſ. f. *d. H.*

töpfe in der *groſsen Küche* ſind auch nach guten Grundſätzen eingerichtet; eben ſo der Ofen, der durch den Rauch der Feuerſtätte zweier dieſer Töpfe geheitzt wird, und zum Trocknen des für die Küche nöthigen Holzes beſtimmt iſt. Dieſe Kochtöpfe haben gleichfalls hölzerne Deckel, und ihre horizontalen, hölzernen, mit grober Leinwand umwundenen und mit Oelfarben angeſtrichenen Dunſtröhren, führen den Dunſt beim Kochen gänzlich fort. [1]

Aus der Angabe und Beurtheilung Graf Rumford's der andern Kochanſtalten, die er theils in *Baiern*, theils in *Italien*, *London* und *Dublin* gebauet hat, trage ich hier nur noch einige Umſtände nach:

In der Küche der Pachterwohnung im Park zu München, welche für Haushaltungen von 18 bis 20 Perſonen zum Muſter zu empfehlen iſt, wird einer der Keſſel, welcher im Winter für den Hausbedarf und die Ställe warmes Waſſer liefert, mitteiſt des Rauchs eines deutſchen Ofens geheitzt, der in der benachbarten Wohnſtube des Pachters ſteht.

Sind die metallenen Kochgefäſse ſo groſs, daſs ſich ihr Deckel nicht wohl mit der Hand aufheben läſst, ſondern an einem Seile in die Höhe gezogen werden muſs, ſo iſt es immer ſehr vortheilhaft, einen Holzdeckel zu nehmen, der aus mehrern, durch Angeln mit einander verbundenen Stücken beſteht, und der, ſoll er allen Dunſt zurückhalten, auf eine

beſondere, weiterhin zu beſchreibende Art, zu bauen iſt. Die Deckel auf kleinen Kochgefäſsen und auf Pfannen, (*Saucepans,*) ſollten dagegen ſtets aus Zinn beſtehen und doppelt ſeyn.

Wenn man die Kochgefäſse zu beiden Seiten der Küche und nicht unmittelbar unter dem Rauchfange anbringt, muſs man darauf ſehen, daſs das gröſste Kochgefäſs am weiteſten von dem Rauchfange zu ſtehen kommt, und daſs ſie, wie ſie an Gröſse zunehmen, neben einander geſtellt werden, damit im Mauerwerke, worin ſie ſtehen, hinter dem kleinern Raum genug für die Rauchgänge bleibe, die den Rauch von den gröſsern Kochgefäſsen in den Schornſtein abführen. Jeder dieſer Gänge muſs überdies mit einer Klappe oder einem Schieber verſehen ſeyn, und dieſe dürfen auch bei der kleinſten verſchloſſenen Feuerſtätte und bei der geringſten Pfanne nicht fehlen. Sie ſind ganz unentbehrlich.

In der nach Rumford's Angabe gebauten Küche des Findlingshauſes in London wurden die ovalen und vertieften Roſte, aus Guſseiſen, in kurzem geſchmolzen und zerſtört, ſo daſs man zu gewöhnlichen ebenen Roſten aus ſtarken Stangen von Guſseiſen zurückkommen muſste. Vielleicht iſt die Hitze, welche Steinkohlen in verſchloſsnen Feuerſtätten geben, von einer ſolchen Intenſität, daſs bei ihnen die hohlen vertieften Roſte, die in den Münchner Küchen eingeführt wurden, nicht anwendbar ſind. Der Graf hat ſeitdem in München einige Verſuche mit Roſten gemacht, die aus gebrannten, auf

die Kante geſetzten Steinen beſtehn, und gefunden, daſs ſie vollkommen ſo gut als eiſerne ſind. Er räth daher, Roſte aus dem beſten Thone mit zerſtoſsnen Ziegeln vermiſcht, ſchicklich zu formen und zu brennen; ſie werden wohlfeiler und beſſer als die eiſernen werden.

2. *Tragbare Feldküchen für Armeen.*

Die Koſten einer verſchloſsnen Feuerſtätte laſſen ſich für eine arme Familie ſehr vermindern, wenn man die Oeffnung für Brennmaterialien, das Aſchenloch und den Rauchfang mit Backſteinen, oder mit flachen Steinen zuſetzt, welche dann die Stelle von Thüre, Regiſter und Klappe vertreten müſſen. Als bei der Annäherung der Franzoſen unter dem General Moreau die Baierſchen Truppen unter meinem Commando, ſagt Graf Rumford, in München zur Vertheidigung der Hauptſtadt verſammelt waren, und einige Regimenter wegen Mangels an Platz in öffentlichen Gebäuden und auf den Wällen campiren muſsten, wo es ihnen an Kochanſtalten fehlte, hatte ich Gelegenheit, ſolche Küchen errichten zu laſſen, in welchen, auſser den Kochgefäſsen, nicht ein Stückchen Metall befindlich war.

Es wurden vier groſse, länglich viereckige Kochkeſſel, von ſehr dünnem, verzinnten Kupferbleche in einem Mauerwerke aufgeſetzt, das die Geſtalt eines Kreuzes hatte. Jeder Keſſel erhielt eine Feuerſtätte für ſich, deren doppelte, mit Klappen verſehene Kanäle in den gemeinſchaftlichen Rauchfang

ausliefen, der ſich über der Mitte des Kreuzes befand. Die Klappen beſtanden aus dünnen, flachen Flieſsen; die Roſte, auf denen das Feuer brannte, aus gemeinen Ziegelſteinen, die mit ihren Kanten aufrecht geſtellt waren; und die Oeffnungen zur Feuerſtätte und die des Aſchenbehälters wurden auch mit Ziegeln geſchloſſen, die ſich in Fugen auf- und zuſchieben lieſsen. Unter dem flachen Boden eines jeden Keſſels liefen ſeiner Länge nach drei Feuergänge neben einander, deren mittelſter ſo weit war, wie die beiden Seitengänge zuſammengenommen. Die Oeffnung für das Brennmaterial war an dem vom Rauchfange am weiteſten entfernten Ende des Keſſels angebracht. Die Flamme lief in dem mittelſten Gange bis an das Ende deſſelben, dann trennte ſie ſich und kehrte in den zwei Nebengängen zum dieſſeitigen Ende des Keſſels zurück; hier ſtieg ſie in zwei andern Kanälen aufwärts und zum Rauchfange, indeſs ſie die äuſsern Seiten des Keſſels beſtrich. Die Keſſel wurden mit hölzernen Deckeln bedeckt, die aus zwei gleichen Theilen beſtanden, welche vermittelſt Angeln an einander hingen. Die vier Keſſel paſsten einer in den andern, um ſie beim Transportiren in einander ſetzen zu können, da dann der gröſste in eine genau paſſende hölzerne Kiſte kam. In den kleinſten konnte ein rundes Zelt eingelegt werden, das hinlänglich groſs war, die ganze Kochanſtalt zu bedecken, und das in der Mitte ein Loch für den Rauchfang hatte. Dieſe vier Keſſel, nebſt dem Zelte und

dem nothwendigen Geſchirre, kurz, dieſer ganze für ein Regiment von 1000 Mann hinlängliche Küchen-Apparat konnte auf einem irländiſchen Wagen, der nur von Einem Pferde gezogen wurde, von einem Orte zum andern gebracht werden. Bei dem Regimente *Suſſex Miliz*, wo Lord Pelham eine ſolche Kochanſtalt den Sommer darauf nachahmte, wurde dadurch nicht nur viel Brennmaterial, ſondern auch viel unnöthige Weitläuftigkeit beim Kochen erſpart.

Eben ſo ſehr als dieſe Feldküchen ſind den Armeen leichte und wohlfeile *tragbare Kochkeſſel* zu empfehlen, um *auf dem Marſche* zu kochen. Häufig, wenn man den abgematteten Soldaten durch warmes Eſſen ſtärken zu können wünſcht, erlauben es die Umſtände nicht, Halt zu machen, Feuer anzuzünden und dabei die Kochtöpfe anzuſetzen. Eine Erfindung, wie der *im Kochen begriffne Topf* mit den marſchirenden Truppen Schritt halten kann, iſt daher für Anführer einer Armee gewiſs etwas ſehr wünſchenswerthes. (Man ſehe davon weiter unten.)

3. *Bleichkeſſel.*

Die vortheilhafteſte Geſtalt für Keſſel aller Art iſt die eines länglichen Vierecks. Auſser andern Vortheilen gewährt ſie den, daſs der Herd ſich ſehr leicht mit viereckigen Mauerſteinen aufſetzen läſst, und daſs ſich die Feuergänge mit den wenigſten Umſtänden reinigen laſſen. Den erſten Kochkeſſel

von dieſer Geſtalt lieſs ich in dem Hofraume des Dubliner Leinwandhauſes, als ein Modell für die Bleicher auffetzen. Er iſt 8 Fuſs breit, 10 Fuſs lang und 2 Fuſs tief, und mit einem hölzernen Deckel verſehn, der in eine an dem Keſſel befindliche Fuge hineinpaſst. In dieſe Fuge oder Rinne wird etwas weniges Waſſer gegoſſen, und auf dieſe Art aller Dampf in dem Keſſel verſchloſſen. Dieſer Keſſel iſt um Angeln beweglich, die an dem der Ofenthür gegen über ſtehenden Ende des Keſſels angebracht ſind; wenn es nöthig iſt, lüftet man ihn mit Hülfe einer Schnur, die über eine doppelte Rolle läuft, welche an die Decke über dem Keſſel befeſtigt iſt.

Unter dem Keſſel laufen, ſeiner Länge nach, fünf Feuergänge, die ganz ſo eingerichtet ſind, wie bei dem weiterhin zu beſchreibenden Münchener Brauhauſe, (Taf. VI, Fig 3.) Um die Seiten des Keſſels gehn keine Kanäle, doch ſind ſie gegen die kalte Luft durch eine gemauerte Doppelwand geſchützt, in deren Zwiſchenraume ſich Holzkohlen-Staub befindet. (*Ann. der Ph.*, III, S. 330.)

Das Feuer brennt auf einem ovalen ſchüſſelförmigen Roſte an dem vordern Ende des mittelſten Ganges; ihm entlang läuft die Flamme unter dem Keſſel bis zu dem andern Ende; da trennt ſie ſich und kehrt in den beiden angränzenden Gängen zum vordern Ende zurück, von wo ſie in den beiden äuſserſten Gängen rechts und links zum Hintertheile zurückläuft. Von hier aus geht ſie in zwei Kanä-

len, die etwas ſchräg aufwärts ſteigen, zu den Feuergängen eines zweiten Keſſels, der ſo groſs wie der erſte iſt, und worin das Waſſer, womit man den erſten Keſſel nachfüllt, erwärmt wird.

Da dieſe Keſſel von auſserordentlich dünnem Kupferbleche verfertigt ſind, und dieſes den Wirkungen des Feuers länger widerſteht als ſtarkes, ſo koſten ſie beide zuſammen viel weniger als ein einziger Keſſel von der gewöhnlichen Art. Herr Duffin, Sekretär der Geſellſchaft der Leinwandhändler und Bleicher, hat in einer Berechnung, die ſich auf wirkliche Verſuche gründet, welche er mit dieſen Keſſeln ſelbſt gemacht hat, gezeigt, daſs die Erſparniſs der Brennmaterialien, wenn ſolche Bleichkeſſel in allen Bleichen Irlands eingeführt würden, jährlich wenigſtens 50000 Pfund Sterling betrüge.

4. *Eine Waſchanſtalt für Familien.*

Nach denſelben Grundſätzen ſind die Waſchkeſſel angelegt in dem Modelle einer Waſchanſtalt, welche ich im Hauſe der Dubliner Societät der Wiſſenſchaft errichten lieſs. Die beiden Waſchkeſſel ſind länglich viereckig, und der eine wird unmittelbar durch das Feuer, der andre durch den abziehenden Rauch geheitzt. Dieſer zweite ſteht um ſo viel höher, daſs ſein Boden mit dem obern Rande des erſten in einer horizontalen Fläche liegt, und das in ihm gewärmte Waſſer wird durch eine mit einem metallenen Hahne verſehene Röhre dem untern Keſſel zugeführt. Aus den Feuergängen des höher

liegenden Keſſels ſteigt der Rauch durch einen weiten Kanal, (ſo wie man ſie in den Badſtuben findet,) zur Trockenſtube, (welche an die Waſchſtube ſtöſst,) geht um zwei Seiten derſelben herum, und dann durch die Wand in die Plättſtube, wo er endlich in einem offenen Kamine ſeinen Ausweg findet.

Die Keſſel ſind mit hölzernen Doppeldeckeln verſehn, welche, vermittelſt eiſerner Angeln, ſich auf- und zumachen laſſen, und, wie bei den Bleichkeſſeln, in eine an dem Rande des Keſſels angebrachte Rinne, worin ſich Waſſer befindet, paſſen. Auf dieſe Art wird der eingeſchloſsne Dampf gezwungen, in der hölzernen Röhre, die auf einer Seite des Deckels ſteht, welche mit Haken an den Keſſel befeſtigt iſt, 7 bis 8 Fuſs in die Höhe, und dann in einer horizontalen Röhre durch die Wand in das Trockenzimmer zu ſteigen. Hier ſchlieſst an die hölzerne Röhre eine kupferne, von etwa 3 Zoll Durchmeſſer, an, die den Dampf faſt horizontal durch die Mitte des Zimmers zum Fenſter hinaus führt. Als ein guter Wärmeleiter, tritt ſie der Luft dieſer Stube die Wärme des zu Waſſer in ihr ſich verdichtenden Dampfes ab, und dieſes Waſſer läuft aus ihr zum Fenſter hinaus. Stieg dieſes Ende etwas ſchief in die Höhe, ſtatt daſs es ſich abwärts neigt, ſo wäre es noch beſſer, weil dann das verdichtete Waſſer, das noch die Temperatur des kochenden hat, wieder in die Keſſel zurückfallen, und ſo auch etwas zur Erſparung des Brennmaterials beitragen würde.

Der Ofen, worin die Plätteiſen glühend gemacht werden, iſt von Backſteinen und Mörtel über eine flache Pfanne von gegoſſenem Eiſen, als Boden, gebaut. Dieſe Pfanne hat 18 Zoll ins Gevierte, iſt 3 Zoll tief, und wird beim Gebrauche beinahe ganz mit feinem Sande gefüllt. Unter ihr iſt die verſchloſſene Feuerſtätte. Da der Sand der kalten Luft den Zutritt zur Pfanne verwehrt, ſo wird dieſe ſehr bald rothglühend, und bleibt es, und die Plätteiſen, die man unter den Sand ſchiebt, werden, ſo weit ſie die Pfanne berühren, ebenfalls in ſehr kurzer Zeit und mit einem kleinen Aufwande von Brennmaterial glühend. Ein Theil dieſes Plättofens reicht in das Trockenzimmer hinein, doch öffnen ſich die Thüren, wo die Eiſen hineingeſchoben werden, die Ofen- und die Aſchenloch-Thüre, in der Plättſtube. Auch aus ihm wird der Rauch in einer eiſernen Röhre durch das Trockenzimmer geleitet, um die Luft deſſelben mit zu wärmen, und dadurch die Wäſche zu trocknen.

Um das Trockenzimmer allein heitzen zu können, wenn man weder zum Waſchen noch zum Plätten Feuer braucht, iſt unter dem Kanale, der den Rauch vom zweiten Waſchkeſſel nach dieſer Stube führt, gerade da, wo er aus den Feuer-

*) Dieſe Vorkehrung mit dem Sande kann man auch mit ſehr groſsem Nutzen bei den eiſernen Platten anwenden, worauf man in manchen Privatküchen die Bratpfannen zu ſetzen pflegt.

gängen des Keſſels abgeht, eine kleine verſchloſſene Feuerſtätte angebracht. Soll in ihr Feuer zum Abtrocknen der Wäſche gemacht werden, ſo muſs man zuvor die Ofenthüre und das Aſchenloch-Regiſter der Feuerſtätte des erſten Keſſels verſchlieſsen; wird ſie dagegen nicht gebraucht, ſo verſchlieſst man ſie mit einem eiſernen Schieber, der im Kanale unmittelbar über ihr angebracht iſt.

Damit der Haupt-Waſchkeſſel nicht zu hoch über dem Boden des Waſchhauſes ſtehe, und die Wäſcherinnen, ohne auf Treppen zu ſteigen, in ihm arbeiten können, liegen der Roſt und der Boden der Feuergänge unter dieſem Keſſel faſt in gleicher Fläche mit den Dielen des Waſchhauſes, und der Aſchenbehälter iſt unter denſelben angebracht. *) Vorn vor der Ofenthüre und dem Aſchenloche iſt eine Vertiefung von ungefähr 3 Fuſs ins Gevierte und 2 Fuſs Tiefe, damit man deſto bequemer zu ihnen kommen kann. Man ſteigt auf ein paar Stufen in ſie hinunter, und zu beiden Seiten iſt dieſe Vertiefung noch einige Fuſs unter den Dielen fortgeſetzt, damit man in dieſe Räume das nöthige Holz hineinlegen könne. Wird über einem ſolchen vertieften Vorplatze eine Fallthüre angebracht, ſo müſſen einige Löcher in ſie gebohrt ſeyn, um die nöthige

*) Geht das nicht an, und man muſs um den Waſchkeſſel Stufen anlegen, ſo muſs die oberſte wenigſtens 1/2 Fuſs breit werden, um Raum genug zur Arbeit zu haben. *R.*

Luft durch das Aſchenloch zum Feuer hinzuzulaſſen. Der Theil unter der Ofenthüre muſs dann mit Blech beſchlagen werden, weil zuweilen brennende Kohlen aus dem Ofen herausfallen können.

In Rückſicht der Feuergänge unter dem Haupt-Waſchkeſſel iſt noch zu merken, daſs ſie nicht ſo, wie bei dem obigen Bleichkeſſel, eingerichtet ſind, wo ſich die Flamme theilen müſste; ſondern, daſs hier nur Ein Feuergang iſt, der unter dem Boden des Keſſels zweimal hin-, und einmal hergeht, ſo daſs die Flamme erſtlich von der Vorder- nach der Hinterſeite, dann zurück, und endlich wieder nach der Hinterſeite läuft, wo ſie in einem unter 45 Grad aufwärts geneigten und mit einer Klappe verſehenen Kanale zu den Feuergängen des zweiten Keſſels ſteigt. Damit man die Feuergänge bequem reinigen und den Ruſs vom Boden des Keſſels abkehren könne, ſind die Feuergänge an der Vorderſeite bloſs mit doppelten Wänden von Ziegelſteinen leicht vermauert, die man leicht wegnehmen und wieder einſetzen kann.

Um die Seiten des Keſſels laufen, in geringer Entfernung, dünne mit Holz getäfelte Wände von Mauerſteinen, und der Zwiſchenraum zwiſchen dieſen und dem Keſſel iſt mit Holzkohlen-Staub gefüllt. Beſſer wäre es, es befände ſich hier bloſs Luft, und in der Tiefe einige Communications-Löcher mit den Feuergängen, durch welche die Flamme und der heiſse Dampf beim Vorbeigehn hineinſpielen und den Keſſel umgeben könnten. (*Ann. d. Phyſik*, III, 332.) Dieſelbe Verbeſſerung müſste

auch an dem oben beſchriebnen Modelle eines Bleichkeſſels angebracht werden, und ich wünſche, daſs dieſes geſchehn möchte. Die Liberalität und Theilnahme, womit meine Verbeſſerungen in Irland aufgenommen wurden, ſetzten mich in den Stand, hier in zwei Monaten mehr zu thun, als ich in England in ſo viel Jahren würde haben thun können, wo es ausnehmend ſchwer iſt, für Verbeſſerungen Aufmerkſamkeit zu erregen.

5. *Heitzung durch Dampf.*

Auf eine ähnliche Art, wie die Trockenſtube, laſſen ſich auch *groſse Säle*, *Badſtuben* und *Treibhäuſer*, mittelſt eines Küchenfeuers, das zugleich zum Kochen gebraucht wird, heitzen, ſelbſt wenn ſie in ziemlicher Entfernung von der Küche liegen. Dies führte Graf Rumford in einem ſehr langen und ſchmalen Saale im Dubliner Arbeitshauſe wirklich aus. Er legte darin einen Herd mit einem Kochkeſſel an. Bei warmem Wetter ſtiegen Dampf und Rauch unmittelbar in den Schornſtein. Soll aber der Saal geheitzt werden, ſo wird der Rauch in einer horizontalen 7 Zoll weiten, auf hohlen gemauerten Pfeilern ruhenden Röhre aus Eiſenblech, von einem Ende des Saals bis zum andern geleitet, und eben ſo der Dampf aus dem Keſſel, in einer mit jener faſt parallelen, doch etwas anſteigenden, 3 Zoll weiten Dampfröhre, die aus ſehr dünnem Bleie beſteht. Ein aus Backſteinen und Kalk gemauerter Rauchkanal, wie er in den Treib-

häuſern gewöhnlich iſt, würde völlig dieſelben Dienſte, als die Röhre aus Eiſenblech gethan haben. Um dem hintern Ende des Saals eine gleiche Hitze mit dem vordern Ende zu verſchaffen; wurden die vordern Theile der Rauch- und der Dampfröhre mit einer warmhaltenden Decke umhüllt. *)

6. *Tragbare Kochkeſſel für Armeen im Felde; Keſſel zu Dampfmaſchinen und zum Deſtilliren.*

Dem Kochkeſſel, der über dem Herde ſtand, gab Graf Rumford eine ganz neue Vorrichtung, welche über Erwarten glückte. Er beſtand aus dünnem Eiſenbleche, und wurde ſo gearbeitet, daſs Scheidewände, die aus dem Boden deſſelben herabgingen, die Kanäle für das Feuer, (neun rund umher,) bildeten, worin die Flamme um den Keſſel ſpielte. Jede ſolche Scheidewand aus Eiſenblech iſt 9 Zoll hoch, 1¾ Zoll dick, und innerlich hohl, und zwar hängt dieſe Höhlung mit dem Keſſel ſo zuſammen, daſs die in dem Keſſel befindliche Flüſſigkeit ſie ausfüllt. Auf dieſe Art iſt die Flamme von allen Seiten, die untere ausgenommen, mit der zu erwärmenden Flüſſigkeit umgeben. Die Feuerſtätte beſteht bloſs aus einem flachen gemauerten Herde, deſſen Roſt völlig eben und auf der Oberfläche angebracht iſt,

*) Bloſs durch Dampf wollte Graf Rumford eine der Hauptkirchen in Dublin und den prachtvollen Dubliner Parlamentsſaal heitzen.

ſo daſs das Aſchenloch die einzige Aushöhlung in dem Herde iſt. Da, wo der Eingang zum Feuer ſeyn, und die Flamme aus einem Gange in den andern übergehn muſs, und wo ſie in den Rauchkanal, der den Saal heitzt, ſteigt, ſind die Scheidewände unterbrochen, um Platz für dieſe Durchgänge zu gewähren.

Aus der Beſchaffenheit dieſes Keſſels ſieht man leicht, daſs er ſich ſehr vortheilhaft für die auf dem Marſche befindlichen Truppen gebrauchen läſst; weil man ihn unter ein Fuhrwerk hängen, und während des Marſchirens darin kochen, oder wenn man Halt macht, unter ihm ſogleich Feuer anmachen, und den Prozeſs des Kochens vornehmen kann. (S. S. S. 229.)

Dieſe Art Keſſel iſt auch für *Dampfmaſchinen*, zum *Deſtilliren*, und zu anderm Gebrauche gar ſehr zu empfehlen. Denn da bei ihnen faſt alle Entweichung der Wärme ins Mauerwerk vermieden, und vermittelſt der hohlen Scheidewände die Oberfläche des Keſſelbodens ſehr vermehrt wird; ſo kommt in ihnen die Flüſſigkeit in ſehr kurzer Zeit und bei einer ſehr kleinen Quantität von Brennmaterial zum Kochen.

Ein anderer Vortheil, den dieſe Einrichtung der Keſſel gewährt, und der beſonders die Aufmerkſamkeit der *Deſtillateurs* verdient, iſt dieſer, daſs, wenn die Decken der von den hohlen Scheidewänden des Bodens gebildeten Feuergänge bogenförmig, oder wie das Dach eines Hauſes gewölbt

ſind, die dicken, zähen, alſo auch ſchwerern Theile der im Keſſel befindlichen Flüſſigkeit, von dieſen convexen Flächen herab in die Vertiefungen gleiten; und da der heiſseſte Theil der Flamme beſonders gegen die Mitte der Wölbungen der Feuergänge ſpielt, jene zähen, klebrigen Theile nicht an dem Boden des Keſſels anbrennen können, was ſonſt ſo leicht geſchieht, und wodurch der übergetriebene Spiritus einen ſchlechten Geſchmack bekommt.

Will man dergleichen Keſſel zum Deſtilliren verfertigen laſſen, ſo wird es daher nothwendig ſeyn, daſs man die aus dem Boden ſich herabſenkenden hohlen Scheidewände noch breiter machen läſst, als ſie bei dem hier beſchriebenen Keſſel waren. Auch wird es gut ſeyn, wenn die hohlen Scheidewände ſelbſt bis unter den Boden der Feuergänge herabgehn, um das Anbrennen der klebrigen Theile deſto ſicherer zu vermeiden.

Zu den dicken Suppen, die man in den Hoſpitälern kocht, und die ebenfalls leicht anbrennen, würde auch dieſe Art Keſſel ſehr tauglich ſeyn.

7. *Ein muſterhafter Backofen.*

Da die Ausgaben für das Weizenbrod für die Armen und Züchtlinge in dem Arbeitshauſe zu Dublin ſehr hoch ſich beliefen, ſo ſchlug Graf Rumford vor, ſie lieber mit Haberkuchen, (*oaten cakes,*) einer Art Brod, zu der ſie ſchon gewöhnt ſind, zu beköſtigen. Um aber ſolche Haberkuchen für 1500 Perſonen ohne groſsen Aufwand von Feuerung ba-

cken zu können, bauete er folgenden Backofen, dem er den Namen eines immerbackenden Ofens, (*perpetual oven,*) giebt.

In dem Mittelpunkte eines cylindriſchen Herdes, von ungefähr 8 Fuſs Durchmeſſer, der in der Mitte der groſsen Küche dieſes Hauſes ſteht, brachte er eine kleine runde verſchloſſene Feuerſtätte an, worin Holz, Torf oder Kohlen gebrannt werden können. Der Durchmeſſer dieſer Feuerſtätte iſt ungefähr 11 Zoll, ihr Roſt liegt 10 Zoll über dem Fuſsboden der Küche, und nach oben zu verengert ſich die Feuerſtätte bis auf 4 Zoll. Unmittelbar über dieſem Schlunde ſind ſechs horizontal laufende Kanäle angebracht, jeder mit einer Klappe verſehen, um ihn mehr oder weniger verſchlieſsen zu können. Durch dieſe Kanäle wird die Flamme in ſechs abgeſonderte Feuergänge unter ſechs groſsen Platten von gegoſſenem Eiſen geleitet, welche die Geſtalt gleichſeitiger Dreiecke haben, die alle mit einem Winkel in der Mitte des cylindriſchen Herdes zuſammenſtoſsen. Dieſe Platten bilden die Böden von ſechs Oefen, die in einer Horizontalfläche liegen, und mit ihren Seitenwänden, welche in der cylindriſchen Mauermaſſe verborgen ſind, an einander ſtoſsen.

Nachdem die Flamme die Böden dieſer Oefen beſtrichen hat, ſteigt ſie in zwei Kanälen, die ſich in der vordern Wand eines jeden Ofens, einer zur Rechten, der andere zur Linken der Ofenthüre, befinden, in ähnliche Feuergänge unter eine höher

he-

liegenden dreiſeitigen Eiſenplatte, welche die Bedachung des Ofens ausmacht. Von da erhebt ſie ſich durch einen mit einer Klappe verſehenen Kanal, zu einem hohlen Raume, der über dem cylindriſchen Herde angebracht iſt, und geht dann durch eine 7 Zoll weite, eiſerne horizontale Röhre, die nahe an der Decke der Küche hängt, in den Rauchfang. Die Seitenwände dieſer ſechs an einander ſtoſsenden Oefen beſtehn aus glatten Ziegeln, die $1\frac{1}{2}$ Zoll dick und 10 Zoll ins Gevierte ſind, und auf den Kanten ſtehn. Da jeder Ofen einen eignen mit einem Regiſter verſehenen Feuerkanal hat, ſo kann jeder ohne den andern, und zwar in beliebigen Graden, geheitzt werden, und daher das Backen ununterbrochen fortgehn. Denn wenn man aus einem das fertige Brod herausgenommen, den friſchen Teig wieder hineingeſchoben, und den Ofen zugemacht hat, ſo kann man auch ſogleich die Flamme wieder unter ſeine Platte ſpielen laſſen.

Auf dieſe Art wird der groſse Wärmeverluſt vermieden, den man bei groſsen Oefen während der beträchtlichen Zeit des Herausnehmens und Hineinſchiebens des Brodes erleidet. Da in jedem dieſer kleinen Oefen nur 5 groſse Brode oder Kuchen hineingehn, ſo ſind dieſe in einem Augenblicke herausgenommen und hineingeſchoben; und da die übrigen Oefen zubleiben, ſo verlieren dieſe während dieſer Zeit gar keine Wärme. Auch iſt der Vortheil dabei, daſs man jedem dieſer Oefen zu gleicher Zeit einen verſchiedenen Grad von Hitze geben

kann, je nachdem der Zuſtand des Gebäcks ihn verlangt.

Da die Haberkuchen gewöhnlich auf heiſsen Eiſenplatten gebacken werden, ſo war ich zwar nicht gewiſs, ob ſich auch *gewöhnliches Brod* in dicken Wecken, in dieſen Metallofen würde backen laſſen; doch hoffte ich, es würde dabei nur auf einen Kunſtgriff in der Regierung des Feuers ankommen. Und in der That habe ich gefunden, daſs, wenn man nur die Vorſicht gebraucht, das Brod nicht eher hineinzuſchieben, als bis die Bodenplatte recht gut durchheitzt iſt, und während des Backens das Zugregiſter nie ganz zuſchlieſst, auch gewöhnliches Brod darin ſehr wohl geräth; ein Kunſtgriff, mittelſt deſſen auch in meinen Bratöfen, (*Roaſters,*) Paſteten, Buddings und ähnliches Backwerk trefflich gerathen, indeſs ſie gänzlich miſsrathen, wenn man die Hitze dabei wie beim Braten regiert.

Gleich nach meiner Zurückkunft aus England ſtellte ich in München Verſuche an, gewöhnliches Brod in ſolchen Oefen, die *von auſsen* geheitzt werden, backen zu laſſen, und dieſe Verſuche ſind mir ſo gelungen, daſs ſchon während vier Monate kein anderes Brod in mein Haus kömmt, als welches der Koch in einem Ofen von dünnem Eiſenbleche bäckt, der, gleich meinen Bratöfen, (*Roaſters,*) von auſsen geheitzt wird. Ich kann verſichern, daſs ich nie beſſeres Brod als dieſes gegeſſen habe. Es iſt ſehr leicht, nicht trocken, und beſonders die Kruſte von delikatem Geſchmacke. Die kleinen Brödchen

werden auf dünnen eirunden Eiſenblechen mit zollhohen Füſsen in den Ofen gethan, damit die untere Kruſte nicht verbrenne. Um den beim Backen entſtehenden Dampf aus dem Ofen zu bringen, (welches bei dieſer Art, Brod zu backen, unumgänglich nöthig iſt,) kann man in dem Ofen entweder eine Dampfröhre mit einer Klappe, oder in der Thüre ein Regiſter anbringen.

8. *Back- und Bratöfen auf Schiffen.*

Dieſe Art Oefen verdient nicht allein alle Aufmerkſamkeit der Bäcker, ſondern wäre, ſo wie meine *Roaſters*, auch auf Schiffen ſehr brauchbar, da man in ihnen auch bei dem ſtürmiſchten Wetter den Prozeſs des Kochens vornehmen könnte, welches bei der jetzigen Einrichtung der Schiffsküchen höchſt beſchwerlich iſt. Damit keiner der Prozeſſe beim Kochen in meinen *Roaſters* durch die Bewegung des Schiffs verhindert werde, muſs man dem *Roaſter* die Geſtalt eines vollkommenen Cylinders geben, und die Achſe deſſelben in der Richtung der Länge des Schiffes, im Mauerwerke des Herdes befeſtigen. Die Bratpfanne, worein die Sauce gethan wird, (*Dripping-pan,*) muſs der Längendurchſchnitt eines Cylinders ſeyn, deſſen Durchmeſſer ungefähr um 1 Zoll kleiner, als der des Roaſters iſt, und ſie wird in der Achſe deſſelben mittelſt zweier Zapfen ſo aufgehangen, daſs ſie ſich frei herumſchwingen kann. Damit beim Wanken des Schiffes die Brühe nicht überſchwappe, iſt die Pfanne durch Zwiſchenwän-

de, die von einer Seite zur andern gehn und ſich kreuzen, in einzelne Behältniſſe getheilt.

9. Küchen und eiſerne Kochtöpfe für Arme.

Bei der *Küche für Meiereyen*, die ich zu Dublin erbauete, kam es mir mehr darauf an, mannigfaltige nützliche Einrichtungen, wovon man nach Umſtänden dieſe oder jene nachahmen könne, als ein Muſter einer vollkommenen Privat-Küche zu geben. Doch iſt dieſe Küche ſehr vollſtändig. Zu beiden Seiten der offenen Feuerſtätte unter einem Schornſteine, wie ſie in den Häuſern des Landmanns allgemein üblich ſind, wurde ein *eiſerner Kochtopf* von einer eignen Beſchaffenheit geſetzt. Dieſer iſt faſt cylindriſch, ungefähr 16 Zoll weit und 8 Zoll tief, und unter ſeinem flachen Boden iſt ein dünner Vorſprung, in Form einer Schneckenlinie, angegoſſen, der ihm ſtatt des Fuſses dient, und zugleich einen ſpiralförmigen Feuergang bildet, in welchem die Flamme unter dem Boden ihren Umlauf nimmt. Dieſer Vorſprung iſt 4 Zoll tief; an ſeinem obern Ende, wo er an dem Boden des Topfes ſitzt, beinahe $\frac{1}{2}$ Zoll; und an ſeiner untern Kante, womit er auf dem Herde ruht, nicht völlig $\frac{1}{4}$ Zoll dick, welches wegen des leichtern Guſſes geſchieht. Damit die äuſsere kalte Luft die Seiten des Topfes nicht beſtreichen und abkühlen kann, befindet ſich der ganze Topf in einem cylinderförmigen Futterale von dünnem Eiſenbleche, deſſen Durchmeſſer dem des Topfes an ſeinem Rande gleich iſt, und das ſelbſt

auch den Vorſprung des Topfes umſchlieſst. Der Rand des Topfes, der aus einem angegoſſenen, flachen, $1\frac{1}{2}$ Zoll tiefen und etwas ſpitzig zulaufenden Reifen beſteht, iſt ſo gemacht, daſs ſeine Oberfläche nur gerade in die Mündung des cylinderförmigen Futterals hineinpaſst; daher der Topf mit einiger Gewalt in das Futteral hineingedrängt werden muſs; und auf dieſe Art ſchlieſst auch dieſes ganz feſt an ihn an. Die dadurch zwiſchen dem Topfe und der innern Seite des Futterals entſtehende Luftumgebung verhindert um deſto beſſer die Entweichung der im Topfe befindlichen Wärme. Das Futteral iſt mit zwei Henkeln verſehen, damit man den Topf deſto bequemer handhaben kann, und auf dem Topfe befindet ſich ein hölzerner Deckel.

10. *Ein immer brennender Kalkofen.*

Bei dieſem Ofen, den ich zum erſten Mahle im Hofe hinter dem Hauſe der Dubliner Societät aufführen lieſs, kam es mir hauptſächlich auf Folgendes an:

Erſtens, das Brenn-Material ſo anzulegen, daſs es im Brennen den Rauch mit verzehrte, welches dadurch geſchah, daſs der Rauch gezwungen wurde, herunterwärts zu ſchlagen und durch das Feuer zu gehn. — *Zweitens*, die Flamme und den vom Feuer aufſteigenden heiſsen Dampf eine beträchtliche Oberfläche des Kalkſteins unmittelbar beſtreichen zu laſſen, damit ſie an ihn alle ihre Wärme abſetzen können und keine ungenützt davon

gehe. Zu dem Ende hat der Ofen die Geſtalt eines hohlen abgekürzten Kegels, der im Verhältniſſe ſeines Durchmeſſers ſehr hoch iſt, wird bis oben ganz mit Kalkſteinen gefüllt, und das Feuer in den Ofen, nicht weit über dem Boden, hineingelaſſen. — *Drittens*, den Ofen ununterbrochen in Brand zu erhalten, um den groſsen Wärmeverluſt bei den gewöhnlichen Oefen, wenn man, um ſie zu leeren und wieder zu füllen, das Feuer ausgehn läſst, zu vermeiden. — *Viertens* endlich, daſs der eben fertig gebrannte Kalk, der eine groſse intenſive Hitze beſitzt, beim Abkühlen dieſe Hitze dem nach jedem Herausnehmen friſch zugeſchütteten kalten Kalkſteine abtrete.

Um dieſes alles bewirken zu können, wird das Brenn-Material nicht mit dem Kalkſteine lagenweiſe vermiſcht, ſondern brennt für ſich in einer verſchloſſenen Feuerſtätte, die ſich in den Ofen, nicht weit über deſſen Grundfläche, öffnet. Bei gröſsern Kalköfen kann man rund um den Ofen in gleicher Horizontal-Ebene mehrere ſolche Feuerſtätte anlegen, die, wie beim Porzellän-Ofen, einzurichten und zu regieren ſind. Durch eine Thüre im Boden des Ofens wird der fertig gebrannte Kalk herausgenommen, der übrige ſinkt dann nach, und der oben entſtehende leere Raum wird ſogleich mit friſchem Kalkſteine ausgefüllt. Wenn man die Thüre im Boden des Ofens wieder zumacht, müſſen ihre Fugen mit naſſem Thone verſchmiert werden, damit keine kalte Luft von hier anders, als

durch eine ſehr kleine, mit einem Regiſter verſehene Oeffnung in der Thüre, hineinzudringen vermöge. Die hineindringende kalte Luft treibt aus dem heiſsen Kalkſteine die Wärme nach dem friſch zugeſchütteten hinauf. Soll indeſs die Oeffnung nicht mehr Schaden als Vortheil bringen, ſo darf ſie nur ſehr klein ſeyn, und muſs, ſobald der obere Kalkſtein erwärmt iſt, verſchloſſen werden.

Der in Dublin in Eil gebaute Kalkofen war noch ziemlich unvollkommen. Ich lieſs darauf in München für die Pächterei im engliſchen Garten einen verbeſſerten Kalkofen nach eben den Grundſätzen bauen, in welchem ich Verſuche über das Kalkbrennen mit Holz, Torf und Steinkohlen anzuſtellen denke; ein wichtiges Geſchäft, beſonders ſeitdem Kalk ein ſo allgemein gebräuchliches Düngmittel geworden iſt.

Die ganze Einrichtung dieſes Münchner Kalkofens iſt aus dem ſenkrechten Durchſchnitte auf Taf. IV erſichtlich.

Die Höhe deſſelben iſt 15 Fuſs, und ſein innerer Durchmeſſer am Boden 2 Fuſs, an der obern Mündung 9 Zoll. Um die Hitze deſto beſſer in ihm zu verſchlieſsen, hat er doppelte Wände von ſehr dünnen Backſteinen, und der Zwiſchenraum zwiſchen beiden iſt mit trockner Holzaſche angefüllt. Hin und wieder ſind dieſe doppelten Wände mit einer horizontalen Lage von Mauerſteinen mit ein-

ander verbunden, um ſo dem ganzen Werke mehr Haltung zu geben.

a iſt die Oeffnung, durch die das Brenn-Material, (in der Zeichnung, Kohlen,) in die Feuerſtätte gelegt wird; durch ſie ſteigt auch die Luft hinab, die das Feuer unterhält. Die Flamme fährt durch die am Boden der Feuerſtätte angebrachte Oeffnung ſeitwärts in den Ofen. Die Oeffnung der Feuerſtätte wird durch eine in Angeln laufende eiſerne Platte, vermittelſt einer Kette, mehr oder weniger verſchloſſen, und dient ſtatt eines Regiſters zur Regierung des Feuers. Dieſe Platte und Kette ſind bei *a* in der Zeichnung zu ſehn.

b iſt eine Oeffnung in der Vorderwand der Feuerſtätte. Sie dient zur Reinigung der Feuerſtätte und des Communications-Loches, durch das die Flamme in den Ofen tritt, und etwas Luft horizontal zur Feuerſtätte hinzuzulaſſen. Dies iſt bei allen Feuerſtätten nothwendig, wo man, um den Rauch zu verzehren, die Flamme herabſteigen läſst; daher auch dieſe Oeffnung nie ganz verſchloſſen werden darf. Im Boden der Feuerſtätte befindet ſich ein Roſt, der von Mauerſteinen, die auf ihren Kanten ſtehen, aufgeſetzt iſt, und darunter ein Aſchenbehälter, deſſen Thüre *c* nur geöffnet wird, wenn man die Aſche herausnehmen will, ſonſt aber immer feſt verſchloſſen ſeyn muſs, weil von hier aus keine Luft in die Feuerſtätte dringen darf.

d iſt die Ofenthüre, durch die man den Kalk aus dem Ofen nimmt. Sie hat zu dem oben beſchriebenen Endzwecke ein Regiſter, und muſs feſt verſchloſſen ſeyn. Da man immer nur ſo viel gebrannten Kalk aus dem Ofen nehmen muſs, als in dem Theile des Ofens befindlich iſt, der unter dem Boden der Feuerſtätte liegt; ſo iſt, um dieſe gehörige Menge zu treffen, vor der Ofenthüre ein eben ſo viel enthaltendes Loch in der Erde angebracht, worin man den Kalk, wie in einem Maaſse, aus dem Ofen hereinſchaufelt.

Während der Kalk unten herausgenommen wird, ſchüttet man von oben wieder friſche Kalkſteine in den Ofen hinein. Das Feuer dämpft man bei dieſer Operation durch die Verſchlieſsung der Feuerſtätte mit der eiſernen Platte bei *a*. Um das Feuer und die Vertheilung der Wärme beim Kalkbrennen noch mehr und beſſer reguliren zu können, wäre es gut, wenn man an der obern Mündung des Ofens eine Fallthüre von feuerfeſtem Steine oder gegoſſenem Eiſen anbrächte, die ſich nach Belieben mehr oder weniger verſchlieſsen lieſse.

VII.

Einige DIOPTRISCHE BEMERKUNGEN, von WILL. NICHOLSON. *)

1. *Unterſuchung des Glaſes zu optiſchem Gebrauche, und Unvollkommenheit optiſcher Gläſer.*

Die einzige zuverläſſige Methode, wie ſich ausmachen läſst, ob Glas zu optiſchen Endzwecken taugt, iſt, daſs man es genau in Geſtalt einer Linſe ſchleift, und die Bilder dieſer Linſe mittelſt eines ſtark vergröſsernden Ocular-Glaſes unterſucht. Dabei iſt es jedoch ſehr zu wünſchen, daſs man zuvor ſchon durch leichtere Verſuche das ganz untaugliche ausſondern könne.

Es läſst ſich annehmen, daſs eine Glaslinſe gröſstentheils aus einer Materie von gleichförmiger Dichtigkeit und gleichförmigem Brechungsvermögen beſteht, welche indeſs mehr oder weniger mit andern Glasarten untermiſcht iſt, die ſich als Flecken oder Adern zeigen und den regelmäſsigen Durchgang des Lichts unterbrechen. Werden dieſe Unterbrechungen durch gröſsere Maſſen bewirkt, ſo zeigt ſich die Unvollkommenheit des Glaſes dem bloſsen Auge; ſind es dagegen nur klei-

*) Aus Nicholſon's *Journal of nat. philoſ.*, Vol. I.

ne Theile, ſo kann das Glas ſehr hell zu ſeyn ſcheinen, und doch zum optiſchen Gebrauche untauglicher als anderes ſeyn, an dem man ſichtliche Unvollkommenheiten wahrnimmt. Aus dieſem Grunde ſcheint es mir, daſs das Glas ſich mittelſt eines Vergröſserungsglaſes, das man dicht an der Oberfläche deſſelben anbringt, ſchon ziemlich genau müſſe unterſuchen laſſen.

Ich unterſuchte ein auſserordentlich helles, glänzendes, gelbliches plan-convexes Glas von ungefähr 4 Zoll Brennweite, indem ich es auf ein Licht richtete, und ein Ocular-Glas von $\frac{1}{2}$ Zoll Brennweite vor das Auge hielt. Wenn das Licht ungefähr 2 Fuſs weit entfernt wurde, zeigte ſich eine auſserordentliche Menge kleiner aufrecht ſtehender Bilder des Lichts, von verſchiedner Geſtalt, die ſich, bei einem gröſsern Abſtande der Objectiv-Linſe vom Auge, in Flecken verwandelten. In einer Entfernung von 7 bis 8 Fuſs vom Lichte wurden die kleinen Bilder zu leuchtenden Flecken, von denen einige mit abwechſelnden Kreiſen von Licht und Dunkel umgeben ſchienen. Auch wurden ſie bei dieſer Entfernung, rückte man das Auge von der Objectiv-Linſe weiter ab, noch viel merklicher.

Einige andere Glaslinſen zeigten nur wenige ſolche Bilder; in einem gewöhnlichen Theaterglaſe von 12 Zoll Brennweite, waren ſie aber ſo zahlreich, daſs die Linſe dem wellenförmigen Fenſterglaſe glich, und aus einiger Entfernung ganz mit Flecken bedeckt ſchien. Und doch war dieſe Linſe keinesweges dun-

kel, nur daſs ſie bei der allzu unregelmäſsigen Brechung des Lichts keine deutlichen Bilder in der Camera obſcura gab. Ein gutes grünliches Objectiv-Glas von 6 Fuſs Brennweite, durch das ſich eine oder zwei breite Adern hinzogen, veränderte dagegen unter dieſen Umſtänden den Anblick des Lichtes gar nicht, und es war einerlei, ob man es zwiſchen das Auge und das Licht ſetzte, oder nicht.

Dieſe Verſuche berechtigen uns, zu ſchlieſsen, daſs die kleinen Bilder von ſphäriſchen Glastheilchen, die eine mindere Dichtigkeit als das übrige Glas haben, bewirkt werden. Vermuthlich waren es Kieſeltheilchen, deren ſpecifiſche Schwere ungefähr 2,7, und daher faſt dieſelbe als die des grünlichen oder Kronglaſes, hingegen um $\frac{1}{7}$ kleiner als die ſpecifiſche Schwere des Flintglaſes iſt, die 3,2 beträgt.

Als ich den Vollmond durch die zuerſt erwähnte Linſe betrachtete, waren die kleinen Bilder ziemlich deutlich, faſt alle von derſelben Geſtalt, und ihre Gröſse betrug nicht mehr als $\frac{1}{200}$ Zoll.

2. *Mikroſkopiſche Glaskügelchen.*

Im Anfange dieſes Jahrhunderts war das einfache Mikroſkop weit mehr im Gebrauche als jetzt. Unter andern Vortheilen hat es zwei wünſchenswerthe Erforderniſſe, Einfachheit und Wohlfeilheit, und läſst ſich von einem Naturforſcher, deſſen Lage es nicht erlaubt, viel an Inſtrumente zu wenden, ohne Schwierigkeit verfertigen, wie das das Beiſpiel berühmter Naturforſcher lehrt. Dieſen, glaub' ich,

wird es nicht unintereſſant ſeyn, eine leichte Methode kennen zu lernen, wie man ſehr helle Glaskügelchen zu Mikroſkopen ſich verfertigen kann. Die gewöhnliche Methode war: aus weichem weiſsen Kryſtall-Glaſe an der Flamme einer Lampe einen Faden zu ziehen und das Ende deſſelben zu einem Kügelchen zu ſchmelzen. Allein das Kryſtall-Glas enthält Blei, wodurch es bei dem Ziehen geneigt wird, durch Reduction des Bleies undurchſichtig zu werden, wenn man nicht bei der Behandlung alle Sorgfalt anwendet. Ich finde, daſs das harte Glas, woraus man die Fenſterſcheiben macht, gewöhnlich ganz vortreffliche Kügelchen giebt. Dieſes Glas iſt auf den Kanten von einem hellen ſehr durchſichtigen Grün. Ich ſchnitt an der Seite einer Glasſcheibe einen Streifen ab, der noch keinen Zehntelzoll breit war, und hielt ihn am oberſten Ende ſenkrecht vor die Lampenflamme eines Löthrohrs, ſo daſs ſie ungefähr einen Zoll über dem unterſten Ende deſſelben ſpielte. Als das Glas ſchmolz, ſenkte ſich der unterſte Theil ungefähr 2 Fuſs durch ſein eignes Gewicht herab, wo es an einem dünnen Glasfaden, der ungefähr $\frac{1}{500}$ eines Zolls im Durchmeſſer haben mochte, hängen blieb. Ein Theil dieſes Fadens an den unterſten blauen Theil der Flamme einer Lampe gehalten, wurde, ohne daſs man das Löthrohr brauchen durfte, an ſeinem Ende weiſsglühend, und ſchmolz hier in ein kleines Kügelchen zuſammen, das man allmählig und regelmäſsig gegen die Flamme hinrückte, ohne es jedoch in die Flamme ſelbſt

zu bringen, bis das Kügelchen die gehörige Gröſse erlangt hatte. So wurde eine ganze Anzahl verfertigt, und als man die Bilder in ihrem Brennpunkte mit einer ſtark vergröſsernden Linſe unterſuchte, zeigten ſie ſich als recht hell, ganz rund und vollkommen.

3. *Vorſchlag einer Verbeſſerung für Fernröhre.*

Die Optiker haben das Auge oftmahls mit Bewunderung als das vollkommenſte Werkzeug beſchrieben, ſo wie auch, minder genau, manche Schriftſteller über die Endurſachen. Als man das Mittel erfand, die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt und wegen der Farbenzerſtreuung der Linſengläſer aufzuheben, vermuthete man, die Anordnung und Geſtalt der einzelnen Theile des Auges habe dieſe Aufhebung zum Zwecke; ein Gedanke, der in der Folge von Maſkelyne *) und Blair **) widerlegt wurde. Hätte man je allgemeine Bemerkungen zur Vervollkommnung der optiſchen Inſtrumente vor deren Erfindung gebraucht, und ſie nicht erſt nach ihrer Entdeckung darauf angewandt; ſo würde man ſich verwundern müſſen, daſs die veränderlichſte unter allen Vorrichtungen, nämlich die der Oeffnung, bisher noch nie in unſern künſtlichen optiſchen Zuſammenſetzungen nachgeahmt worden iſt. Richten wir das Auge nach dem Fenſter oder

*) *Philoſoph. Transact.*, Vol. 79, Art. 21.

**) *Edinburgh. Transact.*, Vol. 2.

nach einem andern lichthellen Gegenſtande, ſo zieht ſich die Iris ſogleich zuſammen; blicken wir dagegen ins Innere der Stube oder nach einer dunkeln Stelle, ſo erweitert ſich die Pupille eben ſo ſchnell. Wie weit dieſe Erweiterung bei äuſserſter Dunkelheit ſteigt, läſst ſich nicht wahrnehmen; in den Fällen aber, die ſich beobachten laſſen, iſt es ſicher, daſs die Oeffnung der Pupille unter einigen Umſtänden gegen 30mahl weiter als unter andern iſt, und daſs ſie ſich bei der Katze um viel mehr als um das 100fache erweitert. Wir dürfen daher, in Uebereinſtimmung mit den allgemeinen Gründen, mit Recht ſchlieſsen, daſs die Deutlichkeit der Fernröhre wahrſcheinlich um vieles zunehmen würde, wenn man ſie mit einer ähnlichen Vorrichtung verſähe.

Jeder Beobachter weiſs, daſs Helligkeit für das künſtliche Sehen eben ſo wichtig als die Vergröſserung iſt. Entfernte Wälder und andere irdiſche Gegenſtände werden bei ſtarken Vergröſserungen, wegen Mangels an Licht, unſichtbar, indeſs man ſie bei geringern Vergröſserungen deutlich wahrnimmt. Leuchtende Gegenſtände ſieht man bei kleinen Oeffnungen ſehr gut und vollkommen, bei gröſsern farbig, indeſs man bei minder lichten Gegenſtänden den ganzen Vortheil gröſserer Deutlichkeit, der von hellerm Lichte herrührt, mitnehmen kann, da bei ihnen die farbigen Säume zu ſchwach ſind, um ſchädlich zu werden. Aus demſelben Grunde kommt es, daſs häufig achromatiſche Fernröhre,

die volles Licht zulaſſen, beſonders gegen Abend, irdiſche Gegenſtände ſehr viel beſſer als Spiegel-Teleſkope zeigen, welche weniger Licht zulaſſen, aber die Bilder mit gröſserer Genauigkeit zu Stande bringen, indeſs die letztern jene bei Planeten weit übertreffen.

Einem ſinnreichen Mechaniker kann es keine groſse Schwierigkeit machen, eine künſtliche Iris zu verfertigen. So z. B. läſst ſich das Objectiv-Ende des Tubus mit einem meſſingenen Ringe umgeben, und in dieſem, in gleichen Entfernungen von einander, 8 dünne metallene Dreiecke, ſo zwiſchen Klöbchen, unweit einer der Spitzen befeſtigen, daſs durch eine gleichmäſsige Umdrehung derſelben, (die ſich durch ein Rad und durch Getriebe an den Achſen der Dreiecke oder durch ein ſogenanntes Schneckenwerk bewerkſtelligen läſst,) die Oeffnung von 8 Seiten her verkleinert und endlich ganz verſchloſſen wird. Doch wird ſich hierbei jeder Mechaniker, der dieſe Winke benutzen will, ſelbſt zu helfen wiſſen. *)

*) Vorzüglich brauchbar hierzu wäre wohl die von Herrn Inſpector Köhler in Dresden zum Behuf einer genauern Klaſſificirung der Fixſterne angegebene Vorrichtung, welche man in Bodens aſtronomiſchem Jahrbuche beſchrieben findet. *d. H.*

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTER BAND, DRITTES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEMERKUNGEN über *die Kraft des entzündeten Schieſspulvers,*

vom

Herrn Grafen von RUMFORD in London. *)

„Obgleich einige berühmte Phyſiker und Mathematiker über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers geſchrieben haben, ſo iſt dieſe Materie doch in der That noch nicht mit der gehörigen Sorgfalt unterſucht worden. Die neuere Chemie hat zwar über die Urſach und die Umſtände dieſer Entzündung

*) *Philoſophical Transactions of the R. Soc. of London for* 1797, P. II, p. 221 — 292. Durch Abkürzung manches Ueberflüſſigen, und einige Veränderungen in der Ordnung des Vortrags, glaube ich den Werth dieſes für die Artillerie wichtigen Aufſatzes eher erhöht als vermindert zu haben. *d. H.*

viel Licht verbreitet; aber immer fehlt es noch an *dem wahren Maaſse für die anfängliche ausdehnende Kraft des entzündeten Pulvers.* Robins glaubte ſich aus ſeinen Verſuchen berechtigt, die Expanſivkraft des in der Exploſion erzeugten flüſſigen Stoffs 1000mahl ſo groſs als den mittlern Druck der Atmoſphäre anzunehmen; nach Daniel Bernoulli iſt dieſe Kraft dagegen wenigſtens 10000mahl ſo groſs, als der mittlere Luftdruck. Die Verſuche und Schlüſſe Robins ſchienen mir unzureichend zu ſeyn; ich nahm mir daher vor, dieſen wichtigen Umſtand durch eine Reihe neuer Verſuche, mit Hülfe eines andern Apparats, als Robins, auszumachen, und auf ſie geſtützt, glaube ich die Behauptung aufſtellen zu müſſen, daſs jene Kraft wenigſtens 50000mahl gröſser, als der mittlere Luftdruck ſey.“

Der Graf von Rumford beſchreibt umſtändlich die ganze Folge ſeiner Verſuche. Da aber die erſten nicht völlig gelangen, und hauptſächlich nur dazu dienten, ihn auf die beſte Vorrichtung zu führen, ſo wird es hinlänglich ſeyn, dieſe nur im Auszuge zu erwähnen. Zuerſt kam es darauf an, *wie man das Schieſspulver in einem ringsumſchloſsnen Raume entzünden ſollte.* In einem kleinen, auſserordentlich ſtarken, zugeſchrobnen Laufe, deſſen Zündloch bei einem Verſuche mit einem Ventil verſehn, bei einem andern mit Gold gefüttert war, gelang dieſes nicht; die Kraft des Pulvers entwickelte ſich zu ſchnell, als daſs im erſten Falle das Ventil ſich hätte ſchlieſsen können,

und war ſo groſs, daſs es ſelbſt das mit Gold gefüttterte Zündloch erweiterte. Man muſste daher ſuchen, dem Pulver durch die Metallmaſſe ſelbſt genug Wärme zuzuführen, um es zu entzünden; und dieſes gelang in der That mit einem ſtarken Laufe aus dem beſten Schmiedeeiſen verfertigt, der $3\frac{1}{2}$ Zoll lang, und deſſen Bohrung $\frac{7}{10}$ Zoll im Lichten war. Er wurde an beiden Enden mit zwei Schrauben, die jede 1 Zoll tief in den Lauf hineingingen, zugeſchroben, und die Schrauben dann verlöthet, um den gehörigen Widerſtand zu leiſten. Dabei blieb im Laufe eine Kammer 1,45 Zoll lang, die nahe an 0,6 Kubikzoll Pulver faſste. Quer durch ihren Mittelpunkt hatte man den Lauf noch einmahl, ſeiner Breite nach durchbohrt, und hier zu beiden Seiten zwei eiſerne Röhren, genau in gerader Linie, eingelöthet. Dieſe Röhren waren 0,37, ihr Bohrloch 0,1 Zoll weit, und die kürzere ragte 1,3, die längere 2,7 Zoll weit aus dem Laufe hervor. Jene war nicht ganz durchbohrt; dieſe diente, um die Kammer und die untere Röhre mit Pulver zu laden. Man nahm dazu das beſte feinkörnige Glanzpulver, und bediente ſich aller Vorſicht, um keine Stelle der Zündröhre pulverlos zu laſſen. War dieſes geſchehn, ſo füllte man die oben offene Röhre ganz mit geronnenem Talge aus, und preſste die Schraube, die in das obere Ende dieſer Röhre $\frac{1}{2}$ Zoll tief hinabging, mit der gröſsten Gewalt gegen ihren geöhlten Lederring, um hier den elaſtiſchen Dämpfen, wo möglich, allen Ausgang zu verwehren. Alsdann wurde ein

Stück Guſseiſen, das ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll ins Quadrat, und in der Mitte eine Höhlung hatte, worein die kleinere Röhre gerade hinein paſste, rothglühend gemacht, und um das Pulver loszubrennen, der Lauf ſo hinaufgeſetzt, daſs die kleine Zündröhre in das Loch des Eiſens zu ſtehn kam.

Der Erfolg entſprach der Erwartung vollkommen. Sobald ſich die Hitze durch die kleine Zündröhre gehörig hindurchgezogen hatte, entzündete ſich das Pulver in ihr und in der Kammer, welche bei dieſem erſten Verſuche nur $\frac{1}{8}$ ſo viel Pulver enthielt, als ſie faſſen konnte. Die dadurch entwickelten elaſtiſchen Stoffe fanden nirgends einen Ausgang, und wurden durch dieſe Vorrichtung vollkommen in der Kammer erhalten. Auch war der Knall bei der Entzündung kaum hörbar, und ſo ſchwach, daſs man ihn in einer Entfernung von 20 Schritten ſicher nicht wahrgenommen hätte, ungefähr dem Schalle beim Zerbrechen einer ſehr dünnen Glasröhre ähnlich. Als nach einer halben Stunde die Schraube an der längern Röhre geöffnet wurde, drangen die Dämpfe mit groſser Gewalt und einem ähnlichen Tone wie aus der Windbüchſe hervor. *)

Die nächſte Sorge ging nun dahin, *die Kraft dieſer eingeſchloſsnen elaſtiſchen Stoffe zu meſſen.*

*) Einen vozüglich intereſſanten Umſtand hierbei, bemerkte Graf Rumford erſt in den ſpätern Verſuchen; ſ. S. 268. *d. H.*

Graf Rumford lieſs zu dem Ende die eine der Schluſsſchrauben, in der Achſe des Laufs $\frac{2}{10}$ Zoll weit durchbohren, dieſes Loch mit einem Stöpſel aus gehärtetem Stahle, der über die Schraube heraus-ſtand, ſchlieſsen, und hing unmittelbar vor dieſen Stöpſel ein ſchweres Gewicht, an einer langen eiſernen Ruthe, die ſich wie ein Pendel um eine Achſe drehte. Der Druck der elaſtiſchen Flüſſigkeit gegen den Stöpſel ſollte dieſen Pendel in Bewegung ſetzen, und die Gröſse des Schwunges die Kraft des Dampfs meſſen. Allein, wie man auch die Vorrichtung ändern und beſſern mochte, immer entwich der elaſtiſche Stoff zum Theil an den Seiten des Stöpſels, und unter gleichen Umſtänden war der Erfolg häufig ſo auſserordentlich verſchieden und ſo ungewiſs, daſs man in Verlegenheit gerieth, einen Grund für dieſe Verſchiedenheit anzugeben.

Da es nicht möglich war, die Expanſivkraft des losgebrannten Pulvers auch nur mit einiger Genauigkeit, auf dieſe *mechaniſche* Art, (durch die bewirkte *Pendelbewegung*,) zu meſſen, ſo gab Graf Rumford die ganze Vorrichtung auf, und erſann dagegen eine andere, um die Expanſivkraft des Pulvers durch ein *ſtatiſches* Mittel, nämlich durch *die Gröſse eines Gewichtes* zu meſſen, das gerade hinreichte, dem Drucke des entzündeten Pulvers gegen eine beſtimmte Fläche zu widerſtehn. Doch konnte er den auſserordentlich koſtſpieligen und ſchwierigen Apparat, der dazu erfordert wurde, erſt 1792 zu Stande bringen, als der Auftrag des Kurfürſten

von Pfalz-Baiern, ſeinen Kriegsſtaat einzurichten, ihn, mit Genehmigung des Kurfürſten, in den Beſitz aller Hülfsmittel des *Münchner* Zeughauſes ſetzte, und ihm die Hülfe einer Menge ſinnreicher Arbeiter verſchaffte. Die wichtigen und lehrreichen Verſuche, die er mit dieſem Apparate anſtellte, ſind nicht nur die erſten ihrer Art, ſondern werden wahrſcheinlich lange die einzigen bleiben.

Beſchreibung des Apparats.

Die ganze Vorrichtung iſt auf Tafel V, Fig. 1, abgebildet; und Fig. 2 zeigt in der Hälfte der wahren Gröſse einen vertikalen Querſchnitt derſelben durch die Achſe des Laufs und die Mitte des Zündlochs. Ein ſehr feſter Stein *A*, 4 Fuſs 4 Zoll ins Quadrat, der auf einem Bette von dickem Mauerwerke, das 6 Fuſs tief in die Erde hinabging, ruhte, diente der Maſchinerie zur unbeweglichen Grundlage, und auf ihn wurde der Lauf *B* auf einen Fuſs *C* aus Kanonenmetall aufrecht geſetzt. Dieſer Lauf beſtand aus Schmiedeeiſen, war 2,78} Zoll lang, und an ſeinem untern Ende 2,82 Zoll im Durchmeſſer. Hier endigte ſich der Umfang deſſelben in eine Ebene, mit der er auf dem Fuſse *C* ruhte, indeſs aus ſeiner Mitte die ſchmale Zündröhre *V*, 0,45 Zoll dick und 1,3 Zoll lang, weiter hinabging. Der Lauf war $\frac{1}{4}$ Zoll im Durchmeſſer, und 2,13 Zoll lang ausgebohrt; weiter hinab ging noch ein ſehr ſchmales 0,07 Zoll weites und 1,715 Zoll langes Zündloch, welches jedoch nicht völlig durchbohrt, ſon-

dern unten zu war. Die Zündröhre geht durch ein Loch des Fuſses *C* in eine Höhlung hinab, welche auch nach der Seite zu eine runde Oeffnung *g* hat. Soll das Pulver im Laufe entzündet werden, ſo wird durch dieſe Oeffnung eine rothglühende eiſerne Kugel *W*, mittelſt ihrer langen eiſernen Handhabe *h*, in die Höhlung, und hier durch den Hebel *l* in die Höhe geſchoben, ſo daſs die Zündröhre ganz in ein Loch, welches zu dem Ende in die Kugel gebohrt iſt, hineingeht. Die glühende Kugel erhitzt die Zündröhre ſehr bald ſo, daſs ſich das Pulver in ihr entzündet, und die Ladung losbrennt. Der Fuſs *C* ruhte nicht unmittelbar auf dem Steine, ſondern auf einer ¾ Zoll dicken Scheibe *D* aus Schmiedeeiſen, die 8 Zoll im Durchmeſſer hielt.

Die obere Oeffnung des ſenkrecht ſtehenden Laufs wird von einer Scheibe *E* aus gehärtetem Stahle, die oben in eine Halbkugel ausläuft, 1,16 Zoll im Durchmeſſer hält, und unten vollkommen eben iſt, geſchloſſen. Drei kleine, ſenkrechte, cylindriſche Stäbe, welche auf den Lauf befeſtigt ſind, umſchlieſsen dieſe Scheibe ſo, daſs ſie ſich nur ſenkrecht bewegen, ſich heben und wieder fallen kann. Das Gewicht *F*, welches der Expanſion des Pulverdampfs entgegenwirken, und ihn ganz im Laufe zurückhalten ſoll, ruht unmittelbar auf der Halbkugel, und iſt an einige Balken befeſtigt, die ſich in einem hölzernen Rahmen *KK*, mittelſt eines ſtarken Hebels, herauf- und herunterſchieben laſſen. Dieſes Gewicht beſtand bei vielen der folgenden

Verſuche aus einem aufrecht geſtellten Vierund- zwanzigpfünder, der 8081 Pfund wog, und den man in Figur 1 ſieht.

Das obere Ende des kleinen Laufs wurde vergoldet, um es gegen die Pulverdämpfe zu ſchützen, die, im Falle das Gewicht zu leicht war und gehoben wurde, zwiſchen der Halbkugel und dem Laufe herausdrangen. Aber ſelbſt dann ging der ſcharfe Rand des Laufs mehrentheils ſogleich verloren, und auch die untere aufs beſte polirte Ebene der ſtählernen Halbkugel wurde angefreſſen. Indem der ſcharfe Rand weggefreſſen wurde, erweiterte ſich die Mündung des Laufs, wirkte folglich auch der Pulverdampf auf eine gröſsere Fläche der Stahlplatte als zuvor, und dieſer Umſtand würde allein hingereicht haben, die Verſuche des Grafen Rumford über die Stärke des Pulvers zu vereiteln, hätte er nicht ein Mittel gefunden, den Lauf durch Scheiben aus ſehr feſtem und gutem Sohlleder, das auf einem Amboſe tüchtig zuſammengeklopft worden war, hinreichend zu ſchützen. Mittelſt einer beſonders dazu bereiteten Maſchine wurden aus dieſem Leder Scheiben, 0,13 Zoll dick, geſchnitten, ſo daſs ſie genau in die Oeffnung des Laufs hineinpaſsten, und nachdem der Lauf geladen war, drehte man eine dieſer Scheiben, mit Talg beſchmiert, mittelſt einer Art von Bohrer, in die Mündung hinein. In dieſer Lage ſieht man ſie in der zweiten Figur. Durch die auſserordentliche Kraft, welche beim Losbrennen des Pulvers von beiden Seiten gegen dieſe

Scheibe wirkte, wurde ſie ringsum ſo ſtark an den Lauf angepreſst, daſs, (ſo lange nur das Gewicht nicht ſo hoch ſtieg, daſs die Lederſcheibe herausflog,) auch nicht das kleinſte Theilchen des Dampfs herauszudringen vermochte. Da bloſs der höchſte Rand der Mündung durch den entweichenden Dampf weggefreſſen wurde, die Stelle des Laufs aber, wo die untere Seite des Leders daran ſchloſs, ſtets völlig unverſehrt blieb, ſo wurde auf dieſe Art die Erweiterung der Mündung durch den Dampf völlig unſchädlich gemacht. Denn es kömmt hierbei nur auf die Gröſse der Fläche an, auf welche der Pulverdampf unmittelbar drückt.

Auch die obere Ebene des Laufs war mit einer Goldplatte bekleidet worden; allein bei einem der Verſuche flog ein Stück derſelben mit auf. Man nahm daher die ganze Goldplatte weg, und fand es nicht nöthig, eine andere an ihre Stelle zu bringen, bohrte aber dafür den Lauf noch um die Dicke der Goldplatte, d. i. um $\frac{1}{400}$ Zoll, tiefer, um dadurch nichts in ſeiner Capacität zu ändern. Um die untere Seite der Halbkugel gegen das Anfreſſen völlig zu ſichern, fand man es, nach mehrern Verſuchen, für das beſte, über die Oeffnung des Laufs noch eine Scheibe aus dünnem geöhlten Leder, auf dieſe eine ſehr dünne Platte ausgeſchlagnem Kupfer, und darauf erſt die ſtählerne Halbkugel zu legen. So oft Dampf entwiſchte, wurde ein Stück aus dem Leder ausgeriſſen und fortgeſchleudert. Aber immer nur ein einziges an dem Rande.

Das Pulver zu den folgenden Verſuchen war von der beſten Art, ſogenanntes Pirſchpulver, ſehr fein gekörnt. Es wurde alles von derſelben Pulvermaſſe genommen, ſehr ſorgfältig getrocknet, und in einer ſehr trocknen Luft ausgewogen, und zwar nach deutſchem Apothekergewichte, wovon 104,8 Gran auf 100 Gran Troygewicht gehn. *) Die Gröſse des Gewichts, welches auf dem Laufe ruhte, iſt in Averdupois-Pfunden, und jede Länge nach engliſchen Fuſsen und Zollen ausgedruckt. Die Verſuche wurden alle im Freien, im Hofraume des Münchner Arſenals, beim ſchönſten Wetter, zwiſchen 9 und 12 Uhr Vormittags, und 2 bis 5 Uhr Nachmittags angeſtellt. Der Lauf ſelbſt aber wurde ſtets in der ſehr trocknen Stube, worin man das Pulver auswog, geladen, und mit der Lederſcheibe verſchloſſen. Beim Auſſetzen des Laufs auf den Stein wandte man die gröſste Sorgfalt an, um ihn

*) Wurde dieſes Pulver recht geſchüttelt, ſo nahm es weniger Raum ein, als Waſſer, das gleich viel wog, wie Graf Rumford durch Verſuche fand. Wenn folglich Pulver in einem eingeſchloſsnen Raume, den es ausfüllt, abgebrannt wird, ſo muſs der elaſtiſche Stoff, den es erzeugt, zum wenigſten ſo dicht als Waſſer ſeyn. Das ſpecifiſche Gewicht der einzelnen feſten Pulverkörner war 1,868; das eines wohlgeſchüttelten Pulvermaaſses 1,077. Nur mäſsig geſchüttelt, hatte es einerlei ſpecifiſches Gewicht mit Waſſer. Doch muſs dieſes natürlich von der Geſtalt der einzelnen Pulverkörner abhängen.

genau ſenkrecht unter den Schwerpunkt des Gewichts zu bringen. Wenn die glühende Kugel mittelſt ihres Hebels auf die Zündröhre geſchoben war, ſo erfolgte die Entzündung ſehr ſchnell.

So oft die Kraft des Pulverdampfs groſs genug war, die Lederſcheibe herauszuwerfen, hörte man bei der Entzündung einen ſehr ſchneidenden, (*ſharp,*) und auſserordentlich ſtarken Knall. Wurde hingegen das Gewicht gar nicht, oder doch zu wenig gehoben, als daſs die Dämpfe hätten entweichen können, war der Knall kaum wenige Schritte weit hörbar, und hatte mit dem, den man beim Entzünden des Pulvers zu hören gewohnt iſt, gar keine Aehnlichkeit. Am meiſten glich er dem Geräuſche beim Zerbrechen einer dünnen Glasröhre. Oft folgte darauf unmittelbar ein anderer gänzlich davon verſchiedener Schall, welcher durch das Zurückfallen des wenig gehobenen Gewichts auf die Halbkugel bewirkt ſchien. Manchmal entwiſchte ein wenig Pulverdampf, und dann war der Schall von einer ganz eignen Art, zwar ziemlich weit hörbar, aber dem Knalle einer Flinte ganz unähnlich; eher ein plötzliches, ſtarkes Ziſchen, als ein heller, deutlicher Knall.

Ob man es gleich jedesmahl dem Knalle anhören konnte, ob ein Theil des Pulverdampfs entwiſcht ſey; ſo wurde doch zur mehreren Vorſicht noch rings um die Schärfe der ſtählernen Halbkugel ein Ring von lockerer klarer Baumwolle gelegt, der

ſich, wenn etwas Dampf entwiſchte, ſogleich ſchwarz färbte.

Sehr merkwürdig war der geringe Grad von Expanſivkraft, den der erzeugte Pulverdampf zu haben ſchien, ſo oft er durch das Gewicht in dem Laufe ganz zurückgehalten, und nur wenige Minuten, ja ſelbſt nur wenige Sekunden, darin gelaſſen worden war. Denn wurde alsdann das Gewicht mit einem Hebel gelüftet, ſo erfolgte, indem der Dampf entwich, kein Knall, ſondern ein bloſses Ziſchen, kaum ſo laut als bei der gewöhnlichen Windbüchſe.*) Auch war der Druck deſſelben gegen die Lederſcheibe ſo geringe, daſs man ihn beim Heben des Gewichts kaum merkte. Ein Blick in den Lauf machte das begreiflich. Denn ſtatt des elaſtiſchen Fluidums, welches ohne Zweifel bei der Exploſion vorhanden war, fand ſich nun in dem Laufe *ein feſter Körper*, ſo hart als ein Stein, der an den Seiten des Laufs, beſonders im obern Theile der Zündröhre, ſo feſt ſaſs, daſs man eines Bohrers und vieler Kraft bedurfte, um ihn loszumachen.**) Wenn das Gewicht ſo hoch gehoben

*) Vergleiche hiermit S. 260.

**) So ſehr dieſes den Graf Rumford auch überraſchte, ſo unterlieſs er doch die Unterſuchung dieſes ſonderbaren Produkts, um ſich dadurch nicht in dem Laufe ſeiner Verſuche zur Beſtimmung der Kraft des Pulvers ſtören zu laſſen, und fordert andre Phyſiker dazu auf.

„Dieſer Stoff", ſagt er, „war ſehr hart, von Farbe ſchmutzig-grau, wurde aber an der Luft ſchwarz,

wurde, daſs die Dämpfe entwichen, ſo fand ſich dieſer Körper nie; welches ein offenbares Zeichen zu ſeyn ſcheint, daſs er ſich erſt nachmahls bildete,

hatte einen ſtechenden Alkali-Geſchmack, roch wie Schwefelleber, und zog die Feuchtigkeit der Luft begierig an ſich. Als er mit Waſſer genäſst war, und man Salpetergeiſt darauf goſs, brauſte er ſtark auf, und verbreitete einen ſehr beleidigenden und durchdringenden Geruch. Beinahe die ganze Pulvermaſſe ſchien ſich in dieſen Stoff verwandelt zu haben; denn es waren nur wenig Dämpfe vorhanden, die beim Aufheben des Gewichts entwichen. Doch war es kein Pulver, nicht einmahl mehr entzündlich.

Der Lauf wurde in dieſen Fällen beträchtlich erhitzt. Rührte das aber etwa von dem Wärmeſtoffe her, der aus dem Pulver beim Losbrennen frei wurde, und durch das Eiſen des Laufs davon ging; und iſt dieſes etwa ein Beweis für die Exiſtenz einer Wärmematerie, als einer Flüſſigkeit eigner Art, die wirklich in die Miſchung brennbarer Körper oder der Lebensluft mit eingeht, und zu ihrem Verbrennen unentbehrlich iſt? — Ich geſtehe es, daſs ich einmal der Meinung war, die Hitze, welche ſich im groben Geſchütze beim Abfeuern zeigt, rühre von den Schwingungen oder der Reibung der Theile der Kanone her, in die ſie durch den gewaltigen Schlag geſetzt werden, den ſie bei der Exploſion des Pulvers erleiden. Allein ich bekenne frei, daſs die auſserordentliche Erhitzung des Laufs in dieſen Verſuchen mir aus dieſem Grunde allein nicht genügend erklärbar ſcheint."

Gr. *Rumford.*

und daſs mithin auch im erſten Falle bei der Exploſion lauter Dämpfe mögen vorhanden geweſen ſeyn. Auch iſt es merkwürdig, daſs dieſer Körper nicht durch den ganzen Lauf gleichmäſsig vertheilt war, ſondern ſich hauptſächlich nur im mittlern Theile der Bohrung, beſonders am obern Ende der Zündröhre fand, die faſt davon gefüllt war. Vielleicht, weil hier der Lauf ſich am ſchnelleſten erkältete. Wenigſtens fand ſich dieſer Körper nie im untern Theile der Zündröhre, den die glühende Kugel erhitzte. — Blieben die Dämpfe nach der Entzündung ganz in den Lauf eingeſperrt, ſo ſchien überdies die untere Seite der Lederſcheibe, welche den Lauf von oben verſchloſs, mit einem äuſserſt weiſsen Pulver, einer ſehr leichten weiſsen Aſche ähnlich, bedeckt zu ſeyn, welches jedoch an der äuſsern Luft meiſt augenblicklich vollkommen ſchwarz wurde. *)

*) Dieſe ſchleunige Farbenänderung führt mich auf die Vermuthung, daſs auch der feſte Körper, der ſich im Laufe bildet, nicht urſprünglich ſchwarz oder grau, ſondern weiſs geweſen ſey. Ein Verſuch in einer ſehr feſten Glasröhre, (der überdies in anderer Rückſicht unterrichtend und auch fürs Auge ergötzend ſeyn müſste,) würde dieſes entſcheiden. Die Hauptſchwierigkeit dabei beſtünde nicht in der nöthigen Dicke des Glaſes, ſondern darin, die Glasröhre bei der plötzlichen Erhitzung vor dem Zerſpringen zu ſichern. Es ſcheint der Mühe werth zu ſeyn, daſs Phyſiker ſich mit Verſuchen darüber beſchäftigten. Gr. *Rumford.*

Vorläufige Verſuche.

Dieſe ganze Vorrichtung wurde im Herbſte 1792 zu Stande gebracht, und ſogleich ſtellte Graf Rumford mit ihr einige *vorläufige Verſuche* an.

Beim erſten Verſuche wurde der Lauf, der überhaupt 28 Gran Pulver faſste, mit 10 Gran Pulver geladen, und ein Vierundzwanzigpfünder, 8081 Averdupois-Pfund ſchwer, mit ſeiner Seele, als Gewicht, auf die ſtählerne Halbkugel geſtützt. Kaum war die glühende Kugel über die Zündröhre geſchoben, ſo hatte Graf Rumford, nach wenigen Augenblicken ängſtlicher Erwartung, das Vergnügen, dieſen Verſuch völlig gelungen zu ſehn. Der Knall war ſo ſchwach und dem gewöhnlichen Knalle des Schieſspulvers ſo wenig ähnlich, daſs die Umherſtehenden nicht zu überreden waren, ihn für etwas anderes als ein Kniſtern des Laufs zu halten, der von der glühenden Kugel erhitzt werde. Als nach 4 bis 5 Minuten das Gewicht aufgehoben wurde, entwiſchte der Dampf, und der Lauf war von der erwähnten ſchwarzen Maſſe verſtopft. Die Zuſchauer, denen ſo viel Umſtände, bei ſo wenig Pulver, ſchon ſonderbar geſchienen hatten, und die den Pulverdampf mit ſo wenig Kraft entweichen ſahen, fingen an zu lächeln; der nächſte Verſuch lehrte ſie, mehr Reſpekt für ein ſo gewaltiges Wirkungsmittel zu faſſen.

In dieſem zweiten Verſuche wurde der Lauf ganz mit Pulver gefüllt, und der Vierundzwanzigpfünder wieder auf die Halbkugel herabgelaſſen.

Der Lauf war zwar nicht derſelbe als der vorige, aber doch in allem demſelben gleich, ganz ungewöhnlich ſtark, und bei einem Durchmeſſer von $2\frac{3}{4}$ Zoll, betrug die Weite des Bohrlochs nur $\frac{1}{4}$ Zoll, d. h., nicht mehr als die Dicke eines gewöhnlichen Federkiels, ſo daſs das Metall ringsum 5mahl dicker als das Bohrloch war. Die Pulverladung betrug nur wenig mehr als $\frac{1}{10}$ Kubikzoll, d. i., nicht ſo viel, als womit man eine gewöhnliche Taſchen-Piſtole ladet, und kaum $\frac{1}{10}$ von einer ſtarken Musketen-Ladung. Und doch zeigte ſich beim Losbrennen dieſer unbeträchtlichen Pulvermenge eine ſo unbegreifliche Kraft, daſs der Lauf, ungeachtet ſeiner ausnehmenden Stärke, mit einem fürchterlichen Knalle, (der die ganze Nachbarſchaft in Aufruhr brachte, und die Zuſchauer ſo in Schrecken ſetzte, daſs ſie ſich erſt allmählig wieder erholen konnten,) aus einander, in zwei Stücke, deren eins zu den Füſsen Rumford's niederfiel. Da man ſchwerlich durch irgend ein anderes Mittel eine ſo dicke Eiſenmaſſe zu brechen vermag, ſo legte Graf Rumford eines dieſer Stücke in das brittiſche Muſeum, als einen Zeugen ſeiner Entdeckung über die ungemeine Kraft des Pulvers, nieder.

Nach einem Mittel aus ſeinen früher angeſtellten Verſuchen über die Kraft des Zuſammenhalts verſchiedener Körper, *) konnte ein Draht aus gutem

*) Ich war Willens, eine Beſchreibung dieſer Verſuche in der Folge der Londner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften

tem Schmiedeeiſen, der im Querſchnitte $\frac{3}{1600}$ Quadratzoll hielt, 119 Averdupois-Pfunde tragen, ohne zu reiſsen. Dieſes gäbe für einen Cylinder von demſelben Eiſen, deſſen Querſchnitt einen Quadratzoll betrüge, 63466 Pfund, die er, ohne zu reiſsen, tragen könnte. Der Bruch des Laufs, mit der gröſsten Sorgfalt gemeſſen, betrug genau $6\frac{1}{2}$ Quadratzoll. Daraus berechnet Graf Rumford die Kraft, die den Lauf zerſprengte, dem Drucke eines Gewichts von $6\frac{1}{2} \times 63466$, d. h., von 412529 Pfund gleich. Und dieſe erſtaunenswürdige Kraft entſprang aus einem Körper, der nicht ganz 26 Gran wog, und noch nicht $\frac{1}{10}$ Kubikzoll einnahm. *) Denkt man ſich dieſe

ten vorzulegen. Aber ſeit dieſe Abhandlung geſchrieben iſt, hat mich ein Miſsgeſchick getroffen, welches das unmöglich macht. Als ich im October 1795, nach einer eilfjährigen Abweſenheit von England, aus Deutſchland wieder zurückkehrte, wurde ich um 6 Uhr Abends auf dem Sanct-Pauls-Kirchhofe in London in meiner Poſt-Chaiſe angehalten, und eines Koffers beraubt, der alle meine Privat-Papiere und alle meine phyſikaliſchen Bemerkungen und Notate in ſich ſchloſs. Dieſer grauſame Unfall hat mir die Früchte der Arbeit meines ganzen Lebens geraubt, und ich habe dabei alles, was mir am wertheſten war, verloren. Nichts wird den Eindruck verlöſchen, den dieſer allzu harte Schlag auf mich gemacht hat. Gr. *Rumford.*

*) Gegen dieſe Berechnung läſst ſich einwenden: 1. daſs das Eiſen im Laufe, wahrſcheinlich allmählig, von oben nach unten, oder von auſsen nach innen, oder

Kraft auf einer Ebene wirkend, die mit dem Längenſchnitte durch die Achſe des Laufes, ſo weit er gebohrt iſt, eine gleiche Gröſse hat, ($\frac{1}{2}$ Quadratzoll,) und vergleicht mit ihr den mittlern Luftdruck auf

umgekehrt, alſo nicht, wie bei einem mit Gewichten beſchwerten Drahte, auf einmahl, und deshalb bei einem verhältniſsmäſsig kleinern Drucke gebrochen ſey; 2. daſs die Ungleichheit in der Temperatur des Laufs, der inwendig bis zur Glühhitze, von auſsen gar nicht erwärmt wurde, das Zerſpringen befördert habe; und daſs 3. die Kraft ganz anders, als bei einem mit Gewichten beſchwerten Drahte, z. B. wie an einem Hebel, könnte gewirkt haben. Dagegen würde 4. die Kraft, nach Rumford's Art, ſie zu berechnen, gröſser ſeyn müſſen, als ſie hier beſtimmt wird, wenn der Riſs den Lauf nicht in gleiche, ſondern in ungleiche Theile getrennt hätte, welches indeſs nicht angegeben wird. 5. Die Hauptſchwierigkeit bei dieſer Berechnung der Kraft, welche den Lauf zerriſs, ſcheint mir indeſs dieſe zu ſeyn. Der Längenſchnitt durch die Achſe des Bohrlochs hatte eine Fläche von $\frac{1}{2}$ Quadratzoll, und die Lederſcheibe, welche den Lauf oberwärts verſchloſs, einen Durchmeſſer von $\frac{1}{4}$ Zoll, mithin eine Fläche von $\frac{1}{20}$ Quadratzoll. Da nun der Vierundzwanzigpfünder, der auf die Lederſcheibe drückte, 8081 Pfund wog, ſo würde ſchon bei einem Drucke von 80810 Pfund auf den Längenſchnitt durch die Achſe des Bohrlochs, und mithin auf die gegen über ſtehenden Seiten des Laufs, dem Gewichte des Vierundzwanzigpfünders das Gleichgewicht gehalten worden ſeyn. Bei gröſserer Kraft hätte er gehoben werden, und der Pulverdampf aus der Mündung

eine ſolche Ebene, (ungefähr $7\frac{1}{2}$ Pfund;) ſo zeigt ſich, daſs jene Kraft 55,004mahl ſo groſs als der mittlere Luftdruck geweſen ſeyn müſſe. *) Und wahrſcheinlich war das noch nicht einmahl die gan-

entweichen müſſen. Freilich muſste er zu dem Ende um die Dicke der Lederſcheibe gehoben werden; läſst es ſich aber wohl denken, daſs dieſes mit ſo geringer Geſchwindigkeit geſchehen ſey, daſs dabei der Druck auf die Seiten des Laufs bis zu einer Gröſse anwachſen konnte, wobei die bewegende Kraft, welche auf die Kanone wirkte, bis auf das Fünffache des Gewichts verſtärkt worden wäre, ohne ſie doch vor dem Reiſsen des Laufs 0,13 Zoll hoch zu heben? *d. H.*

*) Dieſer Berechnung liegt wahrſcheinlich folgende Vorſtellung zum Grunde. Daſs der Lauf riſs, war eine Wirkung des Drucks des Pulverdampfs, auf die beiden Hälften des Laufs, die durch den Riſs getrennt wurden, in ſo fern dieſer Druck einer dem andern gerade entgegen wirkte. In ſo fern iſt aber der Druck auf jede Hälfte des Laufs dem Drucke auf den Längenſchnitt durch die Achſe gleich. Nun gehörte, um einen Cylinder von Eiſen, deſſen Querſchnitt ſo groſs als die Fläche des Bruchs wäre, zu zerreiſsen, ein Gewicht von 412529 Pfund, das an der einen Seite des Cylinders hinge, indeſs die andere Seite mit derſelben Kraft zurückgehalten wird. Folglich muſs der Druck auf den Längenſchnitt durch die Achſe 412529 Pfund betragen haben. So vielmahl gröſser dieſe Pfundmenge, als $7\frac{1}{2}$ Pfund iſt, ſo vielmahl gröſser iſt alſo der Druck des Pulverdampfs, als der mittlere Druck der Atmoſphäre.

ze Kraft des Pulvers, da der Lauf vermuthlich eher ſprang, bevor dieſe völlig wirkſam wurde.

Bei den übrigen vorläufigen Verſuchen, die in groſser Menge angeſtellt wurden, fanden ſich keine neuen belehrenden Umſtände.

Wirkungsart des entzündeten Schieſspulvers.

Schon dieſe vorläufigen Verſuche ſchienen mit den Vorſtellungen Robins über die Wirkungsart des entzündeten Schieſspulvers unvereinbar zu ſeyn, und leiteten den Grafen Rumford auf eine neue Erklärungsart, welche er mit vielem Scharfſinne durchführt. Und zwar ſtellt er dabei ſtatt der beiden Vorausſetzungen, worauf Robins bauet, und die man bisher faſt in allen Artillerien ungeprüft angenommen hatte, er aber, ſeinen Verſuchen nach, für unzuläſſig erklärt, (daſs nämlich *erſtens* das Schieſspulver durch Entwickelung und Verdünnung eines permanenten, luftähnlichen Fluidums wirke, und daſs *zweitens* die ganze Ladung ſich entzündet, bevor die Kugel im Geſchütze ihren Ort merklich geändert hat,) die beiden folgenden Behauptungen

Vier Drähte aus der Maſſe des geſprungenen Laufs gezogen, gaben für einen Cylinder von 1 Quadratzoll im Querſchnitte, einen Zuſammenhalt von 63173 Pfund, und dieſes einen Pulverdruck, 54750-mahl ſo groſs als den mittleren Luftdruck. Bei einer ſo ungefähren Rechnung kommt es jedoch auf ſolche Kleinigkeiten nicht an. *d. H.*

auf: *erſtens*, daſs die bewundernswürdige Kraft des entzündeten Schieſspulvers der Wirkung ſtark erhitzter Waſſerdämpfe zuzuſchreiben ſei; und *zweitens*, daſs das Schieſspulver ſich keinesweges in einem Augenblicke, ſondern nur allmählig in mehreren Augenblicken nach einander entzündet; Behauptungen, bei denen freilich die bisherige Theorie der Artillerie nicht länger beſtehn könnte. Doch der Leſer wird hierüber den Grafen Rumford ſelbſt zu hören wünſchen.

Robins zeigt, daſs, wenn das permanente elaſtiſche Fluidum, welches ſich, ſeiner Theorie nach, beim Abbrennen des Schieſspulvers entwickelt, (und aus deſſen Erhitzung er den Knall und die Kraft des Pulvers völlig erklärt zu haben glaubt,) in den Raum, den das Pulver einnahm, zuſammengedrückt, und in dieſem comprimirten Zuſtande bis zur Rothglühehitze erwärmt würde, die Expanſiv-Kraft in *dieſem Zuſtande* 1000mahl gröſser als der mittlere Luftdruck ſeyn müſste; und dieſes iſt gerade, ſeiner Theorie nach, das wahre Maaſs für die Kraft des Schieſspulvers, das *in einer Höhlung, die es ganz ausfüllt*, entzündet wird. Habe ich nun aber, wie mich dünkt, auf das genügendſte bewieſen, daſs die Kraft des Pulvers nicht 1000-, ſondern wenigſtens 50000mahl gröſser iſt, als die des mittlern Luftdrucks, ſo iſt Robins Theorie, und die Vorſtellung, worauf ſie beruht, widerlegt.

Dieſe ungeheure Expanſiv-Kraft weiſs ich, für meinen Theil, nicht anders als aus der Expanſiv-

Kraft der *Waſſerdämpfe* zu erklären, die ſich beim Entzünden des Schieſspulvers bilden. Sowohl die beiden Beſtandtheile des Waſſers, als auch Waſſer ſelbſt, ſind in der Miſchung des Pulvers vorhanden, und wahrſcheinlich bildet und entwickelt ſich Waſſer bei der Entzündung. Dieſes wird aber bekanntlich beim Erhitzen ſo auſserordentlich viel ſtärker, als irgend ein permanentes elaſtiſches Fluidum ausgedehnt, und die Kraft der Dämpfe iſt ſchon wenige Grade über dem Siedepunkte ſo gewaltig, daſs es denkbar iſt, wie Dämpfe, die zur Rothglühehitze erwärmt werden, (und dies iſt beim Entzünden des Schieſspulvers ſicher der Fall,) die ungeheure Expanſiv - Kraft bewirken können, worüber am Ende dieſer Abhandlung noch eine beſondere Berechnung folgt. Es iſt daher ſehr unnöthig, mit Lavoiſier zu der Menge des ungebundenen Wärmeſtoffs, eines doch immer nur hypothetiſchen Weſens, ſeine Zuflucht zu nehmen, um die Kraft des Schieſspulvers zu erklären. Auch ſcheint mir ſelbſt die Art, wie der Pulverdampf einer Kanone in der Luft anſteigt, ſich allmählig zerſetzt und endlich unſichtbar wird, die Anweſenheit von Waſſerdämpfen zu beweiſen.

Iſt es aber hauptſächlich die Expanſiv-Kraft erhitzter Waſſerdämpfe, die im Schieſspulver wirkt, ſo iſt eine *Kanone* nichts anderes als eine *Dampfmaſchine* von einer eignen Vorrichtung; und wenn das Geſetz beſtimmt werden könnte, wonach die Expanſiv-Kraft dieſes Dampfes ſich mit der Dich-

tigkeit und Temperatur deſſelben ändert, ſo würde man das wahre, und zwar ein ganz anderes Geſetz für die Wirkung des Schieſspulvers erhalten, als worauf Robins in ſeiner Artillerie bauet. Zwar mache ich darauf keinen Anſpruch, dieſes Geſetz mit völliger Präciſion beſtimmt zu haben; das, glaub' ich, erhellet aber aus den folgenden Verſuchen unwiderleglich, daſs die Kraft des entzündeten Pulvers bei weitem gröſser iſt, als man ſich bisher eingebildet hatte, und daſs die Wirkung deſſelben hauptſächlich auf einem nicht-permanenten elaſtiſchen Fluido beruhet; daſs mithin *alle bisherige Theorien über das Schieſspulver weſentlich falſch ſind.*

Schon ſeit vielen Jahren mit Unterſuchungen über die Kraft des entzündeten Pulvers beſchäftigt, habe ich oft Gelegenheit gefunden, die Wirkung deſſelben unter ſehr verſchiedenen Umſtänden zu beobachten, beſonders auf der Flotte, die 1779 unter Befehl meines Freundes Sir Charles Hardi auslief, bei der ich mich als Volontair auf der Victory befand, und bei dem Uebungsſchieſsen die Wirkung der gröſsten Stücken vor Augen hatte. Als ich nachmahls nach Amerika ging, um mich an die Spitze eines dort von mir errichteten Kavallerie-Regiments zu ſtellen, erlaubte mir der König, vier Stücken leichte Artillerie und Ammunition mitzunehmen, und auch dieſe Kanonen dienten mir zu vielen intereſſanten Verſuchen. Sie überführten mich je länger, deſto mehr, von der gänzlichen Falſchheit der bisherigen Theorie über die Entzün-

dung des Schieſspulvers, ſowohl was die Gröſse der dadurch bewirkten Kraft, als insbeſondere auch die augenblickliche Entzündung der ganzen Ladung betrifft.

Wird ein ſchweres Geſchütz auf die gewöhnliche Art abgefeuert, indem man das Zündloch locker mit Pulver anfüllt und dieſes mit einer Lunte anzündet; ſo läſst ſich die Zeit, welche verſtreicht, ehe die Entzündung durch das Zündloch bis in die Kammer des Geſchützes übergeht, ſehr wohl wahrnehmen, und dieſe Zeit iſt ſichtlich kürzer, wenn das Stück nach wiederhohlten Schüſſen ſich erhitzt hat. Bei derſelben Ladung fährt die erhitzte Kanone weiter zurück, als die noch kalte, iſt mithin in jener die Geſchwindigkeit der Kugel gröſser. Eben ſo iſt die Geſchwindigkeit der Kugel viel beträchtlicher, wenn man die Kanone mittelſt einer Zündröhre, (*Vent tube*,) losbrennt, oder indem man eine mit Pulver geladene Piſtole in das offne Zündloch abſchieſst, als wenn man das Zündloch locker mit Pulver ausfüllt. Die Geſchwindigkeit zweier oder dreier Kugeln, die aus einem groben Geſchütze zugleich abgefeuert werden, iſt im Vergleiche mit einer einzigen Kugel gröſser, als ſie nach der Theorie ſeyn ſollte. Häufig wird ſelbſt eine anſehnliche Pulvermenge, *ohne ſich entzündet zu haben*, aus Kanonen und anderm Feuergewehre heraus geworfen.

Die ganze Theorie Robins, oder vielmehr das geſammte Gebäude von Rechnungen, welches er nach dieſer Theorie aufgeführt hat, um aus dem

Gewichte der Kugel, aus den Dimenſionen der Kanone und aus der Ladung, die Geſchwindigkeit der abgeſchoſſenen Kugel zu finden, fuſst auf die augenblickliche Entzündung der ganzen Ladung, iſt mithin unrichtig, wenn dieſe Erfahrungen beweiſen, daſs das Pulver ſich keinesweges ſo plötzlich, als er annimmt, entzündet. *)

(Der Beſchluſs im nächſten Stücke.)

*) Stimmen **Robins** Berechnungen deſſen ungeachtet mit der Erfahrung ſo ziemlich, ſo liegt das wahrſcheinlich darin, daſs, ſo groſs die Fehler ſeiner Theorie auch ſind, ſie ſich dennoch einigermaſsen aufheben. Nimmt er die Kraft des Pulvers 50mahl zu klein an, ſo wird dafür, durch die Vorausſetzung der augenblicklichen Entzündung, die Kraft viel gröſser, als ſie ohne dies ſeyn würde; auch ſchwächt der Widerſtand der Luft die Geſchwindigkeit der Kugel ſtärker, als man damahls glaubte. Vielleicht, daſs ſich aus ſeinen Verſuchen durch Rechnung die Zeit finden lieſse, in der, nach Umſtänden, eine gegebene Pulvermenge ſich ganz entzündet; und das wäre ein Haupt-Datum zu einer verbeſſerten mathematiſchen Artillerie. Graf **Rumford** kommt am Ende dieſer Abhandlung noch einmahl auf die allmählige Entzündung des Pulvers zurück, und trägt dort die eigentlichen Beweiſe zu ſeiner Behauptung nach. *d. H.*

II.

ABHANDLUNG

über die Platina, und ihre Nutzbarkeit in den Künſten, beſonders zu Spiegel-Teleſkopen,

von

Alexis Rochon,

Mitglied des National-Inſtituts und Director des Marine-Obſervatoriums zu Breſt. *)

Die Platina iſt ein ſehr ſtrengflüſſiges, unveränderliches, äuſserſt compactes, und einer ſchönen Po-

*) *Journal de Phyſ. par* Delamétherie, T. 4, p. 3-15. „Dieſe Abhandlung", ſagt Rochon, „wurde im November 1786 in der Pariſer Akademie der Wiſſenſchaften vorgeleſen, und darauf im zweiten Theile meiner Reiſe nach Madagaskar abgedruckt. Durch einen Zufall, der ſich weder vorherſehen noch vorbeugen lieſs, iſt dieſer zweite Theil nicht wirklich in das Publikum gekommen. Er enthielt kleine, zum Seeweſen gehörige Aufſätze, Unterſuchungen über die Karten von Indien, und eine Abhandlung über die Inſtrumente, welche dem Schiffer nützlich und nothwendig ſind. Man wird finden, daſs gegenwärtige Abhandlung über die Platina dieſer Materie nicht fremd iſt." Im Originale iſt ſie auf das bunteſte mit gelegentlichen optiſchen Bemerkungen über das Flintglas und die achromatiſchen Fernröhre untermiſcht, welche ich lieber in einen beſondern Aufſatz zuſammenziehe. *d. H.*

litur fähiges Metall, welches man bis jetzt nur in den Goldminen von *Choco* gefunden hat. Bei den Spaniern, wurde ſie *Juan blanca*, und bei den Franzoſen *Or blanc*, oder *Platina del Pinto*, d. h. Halbſilber von Pinto, genannt.

Wir erhalten die Platina aus *Choco*, in der Geſtalt kleiner, unregelmäſsiger, dreikantiger Körnchen, deren Ecken abgerundet ſind. Dieſe Körner laſſen ſich dehnen und ſtrecken, werden vom Magneten angezogen, und ſind nie ganz rein, ſondern ſtets mit einem ſchwarzen, glänzenden Sande gemiſcht, auf welchen der Magnet ſtark wirkt. Selbſt dieſer Sand iſt noch mit kleinen Goldblättchen und mit Stückchen kleiner colorirter Kryſtalle vermiſcht. — Das ſpecifiſche Gewicht der Platina verhält ſich zu dem des Goldes, wie 22 zu 19½.*) Eben ſo wie dieſes, iſt die Platina für alle einfache Säuren unauflöslich. Ihre Farbe kömmt der des Silbers näher, als der Farbe des Eiſens.

Während meines Aufenthalts zu *Corunna* im Jahre 1770 ſchenkte mir der damalige General-Intendant von Gallizien, ein kleines, etwa 8 Unzen ſchweres Plättchen Platina, welches mit vielem Zink und Kupfer vermiſcht war, und das man in Spanien für ein ſeltenes und merkwürdiges Stück hielt. In der Folge erhielt ich von Büffon zwei Stücke von ganz ähnlicher Miſchung, die in Lima waren ver-

*) Vergl. *Ann. d. Ph.*, I, 369 f. Guyton's Aufſatz über die Eigenſchaften des Platins. *d. H.*

fertigt worden. Verarbeitet man ſo die Platina in Peru, ſo darf man ſich nicht wundern, daſs Reiſende es nicht der Mühe werth achteten, ſolche Arbeiten nach Europa zu bringen, worin der Platina durch die Beimiſchung alle die Vorzüge entgehn, welche ſie in ihrem reinen Zuſtande über alle andere Metallarten erheben.

Man glaubt zwar, die Platina ſey in Europa nicht eher als 1748, durch die Reiſebemerkungen Ulloa's bekannt geworden; allein es ſcheint, daſs ſchon Julius Scaliger ſie kannte, da er in einem zu Frankfurt 1601 gedruckten Werke ein ähnliches Metall folgendermaſsen beſchreibt: *Praeterea ſcito inſunduribus, qui tractus eſt inter Mexicum et Darien, ſodinas eſſe auricalchi, quod nullo igni, nullis hiſpanicis artibus, hac tenus liqueſcere potuit.* — Scaliger wuſste alſo, daſs man zwiſchen Mexico und der Meerenge von Darien ein Metall entdeckt hatte, das ſo ſtrengflüſſig war, daſs die Spanier es nicht zu gieſsen vermochten, und daraus argumentirte er gegen Hieronymus Cardan, deſſen Erklärung der Metalle er angriff. Izquierdo, Director des königlichen Kunſtkabinets zu Madrit, hat mir dieſe Stelle mitgetheilt, welche eben ſo merkwürdig als entſcheidend iſt. Dieſer Gelehrte verbindet mit der Eigenſchaft eines geſchickten Naturforſchers viele Kenntniſſe in den Künſten, und beſchäftigt ſich ſehr mit ihren Fortſchritten.

In den Abhandlungen der Schwediſchen Akademie fürs Jahr 1751 findet man mehrere Verſuche,

welche Theodor Scheffer über die Platina angeſtellt hat. Der intereſſanteſte dieſer Verſuche iſt der, welcher darthut, daſs dieſes Metall vollkommen flüſſig wird, ſo bald man es mit einer geringen Quantität Arſenik vermiſcht. — Wilhelm Lewis, welcher viele gute Erfahrungen über denſelben Gegenſtand gemacht hat, wollte Scheffer's Verſuch nicht wiederhohlen, weil es ihm widerſinnig ſchien, ein feuerbeſtändiges Metall, mittelſt einer Subſtanz, welche von einer mäſsigen Hitze verflüchtigt wird, ſchmelzen zu wollen.

Turgot, dieſer berühmte Mann, deſſen Kenntniſſe und Tugenden ſein Jahrhundert übertrafen und bis zur ſpäten Nachwelt übergehen werden, ſchickte während ſeines Miniſteriums den berühmten Botaniker Dombay nach Peru, unter andern mit dem Auftrage, keine Koſten zu ſparen, um den Gelehrten eine zu ihren Verſuchen hinlängliche Menge von Platina zu verſchaffen, überzeugt, daſs ein Metall, welches ſeiner Natur nach unzerſtörbar iſt, zur Verfertigung der Teleſkope und der Spiegel-Quadranten, deren ſich die Schiffer, um aus Abſtänden des Mondes von der Sonne und von Sternen ihre Länge zu meſſen, bedienen, von unſchätzbarem Werth ſey.

Nicht alle undurchſichtige Körper ſind gleich geſchickt, die Lichtſtrahlen regelmäſsig zurück zu werfen; vielmehr giebt es nur ſehr wenige, welche dieſe Eigenſchaft beſitzen. Der *gehärtete Stahl*, der *Schwefelkies*, der unter dem Nahmen der Incasſpiegel

bekannt iſt, und die mit Folie belegten *Gläſer*, werfen zwar das Licht regelmäſsig zurück, laſſen ſich aber darum doch nicht zu Spiegeln in Teleſkopen brauchen. Die Gewalt, womit gehärteter Stahl beim Poliren gerieben werden muſs, die Unvollkommenheit und die ganze Beſchaffenheit der Schwefelkieſe, und die Schwierigkeit bei den mit Folie belegten Gläſern, doppelte Bilder zu vermeiden, ſind die Urſachen, welche dieſes verhindern. Die Optiker haben ſich daher bis jetzt nur eines nach verſchiedenen Verhältniſſen aus *Arſenik*, *Kupfer* und *Zinn* gemiſchten Metalls zu Spiegel-Teleſkopen bedienen können. Allein dieſe Metallgemiſche, welche von jeder Säure angegriffen werden, verlieren ſehr bald an der Luft ihre Politur, und um dieſe ihnen zu erhalten, bedarf es einer Sorgfalt und einer Vorſicht, die nur weniger Sache iſt; ſo daſs ſelbſt die Ueberlegenheit der Spiegel-Teleſkope über die dioptriſchen Ferngläſer, die Aſtronomen noch nicht dahin vermocht hat, ihnen den Vorzug zu geben, weil es allzu ſchwierig iſt, ſie bei häufigem Gebrauche in der Nacht vor Roſt zu bewahren. Herſchel hatte dieſe Furcht nicht; und mit Hülfe groſser Reflectoren machte er die unſterblichen Entdeckungen am Himmel, die wir ihm verdanken. *)

*) Herſchel ſoll dabei Vergröſserungen angewandt haben, welche die Aſtronomen in Erſtaunen geſetzt haben, die aber in der That weniger befremden, wenn man ſich ihrer zu Sternenbeobachtungen, wie

Wenn Herſchel's Entdeckungen nicht hinreichten, den groſsen Vorzug der Spiegel-Teleſkope vor den Ferngläſern zu beweiſen, ſo wäre es ein leichtes, dieſes noch durch theoretiſche Gründe darzuthun. In den beſten achromatiſchen Ferngläſern iſt die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung nie vollkommen gehoben; indeſs die Geſetze der Reflexion unveränderlich ſind, finden in den Geſetzen der Strahlenbrechung und Farbenzerſtreuung Modificationen ſtatt; die Maſſe keines Glaſes iſt durchgängig gleichartig, und in den achromatiſchen

Herſchel es that, bedient. Die Erfahrung lehrt nämlich, daſs das Bild eines Gegenſtandes nie ganz deutlich iſt, wenn es auf der Netzhaut des Auges nicht wenigſtens eine halbe Minute einnimmt. Man wird ſich von der Wahrheit dieſer Behauptung überzeugen, wenn man den Jupiter mit einem guten Teleſkope, oder einem Fernglaſe, welches die Durchmeſſer der Objecte mehr als hundertmahl vergröſsert, betrachtet. Die Scheibe des Jupiters wird bei dieſer Vergröſserung ſehr gut begrenzt erſcheinen, nicht aber, wenn man daſſelbe Fernrohr mit einer vier- bis fünfmahl geringern Vergröſserung braucht; eine Thatſache, welche durch eine Reihe ſehr intereſſanter Verſuche dargethan iſt, welche Fourcroy, Aſſocié dieſer Akademie und Ingenieur-Director zu Calais, angeſtellt hat. Deshalb ſind auſserordentliche Vergröſserungen bei Beobachtungen von Gegenſtänden, deren Durchmeſſer faſt ohne Ende klein iſt, mehr nützlich als ſchädlich. *Rochon.*

Ferngläſern iſt bei der Menge der Linſen, woraus das Objectiv zuſammengeſetzt wird, Zurückwerfung vieler Strahlen, optiſche Täuſchung und Lichtverluſt unvermeidlich; alles Mängel, welche bei den Spiegeln in den Teleſkopen, ihre Maſſe ſey welche ſie wolle, nicht ſtatt finden. Doch ſeit Herſchel kann man die wirklichen Vorzüge der Spiegel-Teleſkope nicht mehr bezweifeln. Nur kömmt es darauf an, die Spiegel aus einem Metalle von ſehr lebhafter und unzerſtörbarer Politur zu verfertigen.

Ein Geſchenk von 20 Pfund Platina, welche mir der Finanz-Miniſter auf den Bericht von der Nützlichkeit meiner Verſuche geben lieſs, ſetzte mich dazu in den Stand.

Die Optiker, welche ſich mit Verſuchen über die Metallmiſchung zu Spiegeln beſchäftigt haben, wiſſen, daſs dabei das Zinn unentbehrlich iſt, indem es über alle Metalle und Halbmetalle geht. Das Zinn allein giebt dem Kupfer die dazu nöthige Sprödigkeit, Brüchigkeit und Elaſticität, und macht es einer lebhaften Politur empfänglich. Dieſelben Wirkungen bringt es auf alle andere Metalle hervor, und ſo auch auf die Platina.

Ohne die zahlreichen Verſuche zu erwähnen, welche ich machen muſste, ehe ich zu einem befriedigenden Reſultate gelangte, will ich ſogleich das Verfahren angeben, welches den beſten Erfolg hatte: Man reinige in einem heftigen Feuer die körnige

nige Platina durch Hülfe des Salpeters und der Glasgalle, (*Sel de verre,*) füge zu der gereinigten Platina ein Achtel von dem gewöhnlichen Spiegelmetalle hinzu, (denn das bloſse Zinn ohne Kupfer würde keine gute Wirkung thun,) und bringe dieſe Miſchung in das ſtärkſte Feuer, welches man zu geben vermag, und das man noch durch hineingeworfnen Salpeter und das ſich daraus entwickelnde Sauerſtoffgas erhöhe. — Ein einziger Guſs reicht nicht hin; es ſind deren fünf oder ſechs nöthig, wenn die Miſchung zu ihrer Vollkommenheit kommen ſoll. Das Metall muſs in dem Augenblicke, da man es in die Form gieſst, im Zuſtande der vollkommenſten Flüſſigkeit ſeyn.

Auf dieſe Art iſt es mir gelungen, einen Hohlſpiegel von Platina zu Stande zu bringen, der 14 Pfund wiegt, 8 Zoll Oeffnung und 6 Fuſs Brennweite hat, und der nicht roſtet, anläuft oder blind wird. Carrochez hat ihn gegoſſen und bearbeitet. Das Teleſkop, wozu er gehört, vergröſsert die Durchmeſſer der Gegenſtände 500mahl, mit einer Klarheit und Reinheit, welche es zu den allerfeinſten Beobachtungen geſchickt machen.

Die Nutzbarkeit der Platina für die Künſte ſchränkt ſich indeſs nicht einzig auf die Verfertigung der Teleſkope und der Spiegel-Inſtrumente zum nautiſchen Gebrauche ein. Der berühmte Uhrmacher Robin hat ſie für mich zu Unruhen, zu Steig-

rädern und zu verſchiedenen Compenſations-Verſuchen in den Uhren verarbeitet; und hält ſie für beſonders brauchbar zu den Pfannen, worin ſich die Zapfen bewegen, weil das Oehl ſich in ihr ohne die geringſte Veränderung erhält. Zu dieſem und anderm Gebrauche in den Künſten braucht die Platina nicht ſo wie das Gold mit einem andern Metalle vermiſcht zu werden. Der geſchickte Emailleur Cotteau hat für mich aus Platina excentriſche Zifferblätter gemacht, welche denen, die wir aus England erhalten, weit vorzuziehen ſind, und er ſagte mir, daſs er für ſeine Kunſt die Platina allen andern Metallen vorziehe.

Auch iſt die Platina von einem vorzüglichen Werthe bei der Verfertigung mehrerer chemiſcher Geräthſchaften. So z. B. habe ich daraus Schmelztiegel gemacht, die beſonders für Spiegel-Manufacturen und bei Verfertigung des Flintglaſes von Wichtigkeit ſind. Das beweiſen die Verſuche, welche ich kürzlich zu St. Gobin mit dem Director der Spiegel-Manufactur Deslandes darüber angeſtellt habe. Deslandes, dem es gelungen iſt, den St.-Gobinſchen Spiegeln den Vorzug vor allen fremden zu verſchaffen, iſt im Betreff der Schmelztiegel von Platina ganz dieſer Meinung. Alle irdene Schmelztiegel, wie ſie auch beſchaffen ſeyn mögen, verglaſen ſich zum Theil, und geben ein unvollkommnes Glas, welches ſich mit der Glasmaſſe im Spiegel vermiſcht, aber damit kein homogenes Ganzes bildet, und ſich ſchon durch den blo-

ſsen Anblick gar ſehr unterſcheidet; eine Unbequemlichkeit, welche bei Platinatiegeln nicht zu befürchten iſt. *)

Der Prozeſs, wie ich reine und ſtreckbare Platina erhalten habe, iſt bei der geſchlagenen und der gegoſſenen Platina verſchieden.

Was die *geſchlagene Platina* betrifft, ſo weiſs man, daſs alle Metalle, wenn man ſie zuvor in ſehr dünne Blättchen zerſtückt hat, leicht flüſſig werden. So ſchmilzt das Blattgold an der geringen Flamme eines Wachsſtocks, ſelbſt ohne dieſe durch ein Löthrohr zu verſtärken, und ſo ſchmelzen die Phyſiker die kleinen Glaskugeln zu ihren einfachen Mikroſkopen. Dieſe einzige Bemerkung reicht hin, die Verfahrungsart mit der geſchlagenen Platina einzuſehn. Man reinigt zuerſt die Platina durch Salpeter und Glasgalle, zertheilt ſie dann in möglichſt kleine Theilchen, indem man ſie entweder pulveriſirt, oder ſie in Königswaſſer oder, nach Tillet's Art, in Salpetergeiſt auflöſt, und daraus durch einen in der Hitze flüchtigen Stoff, wie z. B. durch Salpeter, Antimonium, Arſenik etc., niederſchlägt, doch am beſten durch letztern, der am leichteſten

*) Nachdem dieſe Abhandlung ſchon geſchrieben war, habe ich einen groſsen Schmelztiegel von Platina, der wohl 30 Pfund Flintglas faſſen kann, gieſsen, und um ihm noch mehr Feſtigkeit zu geben, die äuſsern Seiten deſſelben mit einer zolldicken Lage von Guſseiſen umgeben laſſen, wobei mir Perrier geholfen hat. R.

zu verflüchtigen iſt. Bringt man die ſo zerſtückte Platina in das heftigſte noch durch Sauerſtoffgas zu erhöhende Feuer; ſo vereinigen ſich die kleinen Theilchen von Platina mit einander; und wenn man ſie glühend wiederhohlendlich hämmert, ſo erhalten ſie ſo viel Cohäſion, daſs man die Platina zu Blech ſchlagen kann. Uebrigens laſſen Sickingen's bekannte Verſuche über die geſchlagene und in Blech verwandelte Platina nichts mehr zu wünſchen übrig. Er ſetzte mich in den Stand, ihnen zu folgen; und dieſer Gunſt verdanke ich die Kenntniſſe, welche mir nothwendig waren, um einen ſo ſchweren und meinen ſonſtigen Studien durchaus fremden Gegenſtand zu behandeln.

Die *gegoſſene Platina* iſt für den Gebrauch in Künſten und Gewerben vorzüglich intereſſant, und auf ſie habe ich allen Fleiſs verwandt. Das Verfahren, wodurch es mir vollkommen gelungen iſt, Schmelztiegel und groſse Stücke Platina von verſchiedener Geſtalt zu gieſsen, iſt folgendes. Die Platina wird, nach Scheffers Methode, mit einem Zuſatze von Arſenik und Glasgalle geſchmolzen; das Feuer muſs dabei ſehr mäſsig ſeyn, und um ein Pfund Platina zu ſchmelzen, braucht man daher wenigſtens 10 Pfund Arſenik und 4 Pfund Glasgalle. Der Guſs kömmt in den Zuſtand der vollkommenſten Flüſſigkeit, obgleich das Feuer kaum hinreicht, Silber zu ſchmelzen.

Die gegoſſene Platina iſt in dieſem Zuſtande ſehr ſpröde und brüchig. Wollte man ſie daher einer Hitze,

deren ſie zum Glühen bedarf, ausſetzen, ſo würde die ganze Operation fehl ſchlagen; indem der Arſenik ſich dann zu ſchnell verflüchtigt, zerfällt die Platina in kleine Schuppen, die nicht im geringſten mehr cohäriren, wie mir das mehr als Einmahl begegnet iſt. Indeſs iſt es mir doch gelungen, dieſem auszuweichen, indem ich die Stücke Platina, welche ich gegoſſen hatte, in eine Büchſe von unverzinntem Eiſenbleche that, ſie mit Sand und Kohlenpulver beſchüttete, und ſie über einen Monat lang einer, von der Wärme des kochenden Waſſers, bis zur Gluth, wobei Silber ſchmilzt, allmählig wachſenden Hitze ausſetzte. Die Platina gleicht dann nicht mehr einem Metalle; man würde ſie eher für Metallkalk halten. Die Theilchen, woraus ſie beſteht, ſind ſehr in einander gedrängt, (*ſerrées,*) haben aber keine ſtärkere Cohärenz, als die Theilchen eines irdenen Gefäſses, das im Schatten getrocknet iſt. Alsdann muſs man ſie dem heftigſten Feuer ausſetzen, wobei ſie ihre natürliche metalliſche Beſchaffenheit wieder erhält; ſie wird klingend, iſt zu hämmern, und nun giebt ihr das heftigſte Feuer immer neue Grade von Vollkommenheit.

Bald, nachdem dieſer Aufſatz in der Akademie vorgeleſen war, wurde ich vom Dr. Ingenhouſs erſucht, ihm ungefähr 2 Unzen Platina, die er mittelſt Königswaſſer mit Sorgfalt gereinigt hatte, in eine Maſſe zuſammen zu ſchmelzen. Ich muſste die einzelnen Stückchen in ein dünnes Blättchen von Platina einwickeln, da ſie allzu klein waren, um

einzeln dem Feuer und dem Amboſse abwechſelnd ausgeſetzt zu werden. So vereinigt, brachte ich ſie in den höchſten Grad der Hitze, der ſich nur durch Holzkohlen und ein Gebläſe erlangen läſst, und erhielt, indem ich ſie auf dem Amboſse ſchlug, ſehr bald eine zähe und zu hämmernde Maſſe.

Nachdem dieſes mir geglückt war, ſuchte ich die körnige Platina auf eine ähnliche Art zu behandeln, indem ich ſie mit Salpeter und Glasgalle, (die nachher mit Salpeterſäure zu waſchen iſt,) in einem Schmelztiegel dem Feuer ausſetzte, und dann dieſe Körner, als ſie weiſs glühten, in ein Blättchen von Platina gehüllt, hämmerte. Ich erhielt dadurch mit wenigen Koſten beträchtliche Maſſen ſtreckbarer Platina. Dieſes Verfahren wird künftig den Arſenik-Kalk überflüſſig machen, es ſey denn, man wolle groſse Schmelztiegel oder Muffeln von Platina gieſsen. Ich habe dieſe neue Methode Jeannetty mitgetheilt, und er hat mir verſprochen, ſich ihrer zu bedienen. Niemand hat ſich der gehämmerten Platina mehr im Groſsen und mit ſo viel Glück bedient, als dieſer geſchickte Künſtler, von dem die groſsen Normal-Maaſse für die neu franzöſiſchen Maaſse aus Platina herrühren, und ich freue mich, hier eine Gelegenheit zu finden, ſeinen Talenten und ſeiner groſsen Beſcheidenheit Gerechtigkeit widerfahren zu laſſen.

Leider! gereicht dieſe Tugend den Künſten und Künſtlern nur gar zu oft zum Nachtheile. Es

giebt der ruhmſüchtigen Menſchen nur gar zu viel, welche ſich die Arbeit anderer zuzueignen ſuchen. Ich werde öfters Gelegenheit finden, dieſes zu beweiſen, und ich bin entſchloſſen, mir nicht allein das zu vindiciren, was mir zukömmt, ſondern auch bei jeder Gelegenheit die Rechte einzelner Gelehrten und Künſtler, auf alles, was die Künſte und Wiſſenſchaften intereſſirt, geltend zu machen. Ich will nicht, ſo weit es von mir abhängt, daſs man von mir ferner noch mit Virgil ſagen dürfe:

Sic vos, non vobis vellera fertis oves.

Ich muſs es alſo ſagen, daſs ich der Erſte bin, der die Platina in groſsen Maſſen auf eine für die Künſte wirklich nützliche Art behandelt hat; dieſes beweiſen die Regiſter der Akademie der Künſte. Obgleich meine Arbeit, worin mir die Einſichten des gelehrten I z q u i e r d o und die metallurgiſchen Kenntniſſe des älteren D a u m y behülflich waren, von allgemeinem Gebrauche iſt: ſo habe ich mich doch vorzüglich befleiſsiget, die Miſchung der Platina mit Zinn und Arſenik-Kalk zu Spiegeln zu vervollkommnen, um daraus groſse Spiegel-Teleſkope und Sextanten-Spiegel zu Stande zu bringen; wobei mir C a r r o c h e z und andere geſchickte Künſtler, welche unter meiner Führung arbeiteten, freilich hülfreiche Hand leiſteten.

Da mir die Verſuche, von denen ich vorhin Rechenſchaft gegeben habe, völlig genügt hatten; ſo wünſchte ich ein dem Herſchelſchen ähnliches Teleſkop aus Platina zu Stande zu bringen. Ich

bewog zu dem Ende 1790 den unglücklichen älteren Trüdaine, einen Freund der Künſte und Wiſſenſchaften, ſich von Herſcheln ein gutes ſiebenfüſsiges Teleſkop zu verſchaffen. Die Vorzüglichkeit von Teleſkopen dieſes geſchickten Aſtronomen beruht mehr, als man glaubt, auf der von ihm befolgten Newtonſchen Conſtruction. Die Gregorianiſchen laſſen ſich ihnen auf keine Art zur Seite ſtellen. Ein Anſchein von Bequemlichkeit machte, daſs man durchgängig die Gregorianiſche Conſtruction vorzog, die aber, wenn ſie mit Vollkommenheit ausgeführt werden ſoll, mit groſsen Schwierigkeiten verbunden iſt, und, da man bei groſsen ſtark vergröſsernden Teleſkopen doch immer noch ein Fernglas mit groſsem Geſichtsfelde als Aufſucher haben muſs, in der That nicht einmahl beim Aufſuchen der Gegenſtände weſentliche Vorzüge hat. Ueberdies iſt es bei einem gehörig eingerichteten Stativ viel bequemer, von der Seite, als von hinten, in das Fernrohr hineinzuſehn. Seinen groſsen Teleſkopen hat Herſchel noch eine einfachere Einrichtung gegeben, die, obſchon älter als die andere, und der Kindheit der Kunſt näher, doch bei ſehr groſsen Inſtrumenten von auſserordentlicher Wirkung iſt, wie ich ſie ſelbſt in dem 20füſsigen Reflector Herſchels bewundert habe; ſein 40füſsiges Teleſkop war damals noch nicht ganz vollendet. Eine geringe Neigung, die man einem Hohlſpiegel gegen parallel einfallende Strahlen giebt, verzerrt die Bilder, die im Brennpunkte entſtehn, nicht

merklich, wenn die Brennweite groſs iſt, und giebt dem Beobachter die Bequemlichkeit, das Bild unmittelbar durch eine ſtark vergröſsernde Loupe zu betrachten, ohne daſs durch ſeinen Kopf Strahlen aufgefangen würden.

Trüdaine vertraute mir im Anfange des Jahrs 1791 das Herſchelſche Teleſkop an, welches er, lediglich in der Abſicht, ſeinem Vaterlande nützlich zu werden, in London angeſchafft hatte. Nach dem Muſter dieſes Inſtruments lieſs ich im Laufe des Jahrs ein ſiebenfüſsiges Spiegel-Teleſkop aus Platina verfertigen, (ſ. S. 289,) welches unſtreitig das Herſchelſche übertrifft.

Die erſte Reihe von Beobachtungen, die ich mit beiden Teleſkopen anſtellte, war über den Flecken *Ariſtarch* im Monde, der ſelbſt in der dunkeln Mondſcheibe in Geſtalt kleiner weiſslicher Wölkchen ſichtbar bleibt, und ſo ſchon von Dominicus Caſſini war beobachtet worden. Sind dieſe Wölkchen ſelbſt leuchtende Stoffe, oder iſt ihr Licht nur erborgt oder zurückgeworfen? Das war die Frage, die ich zu entſcheiden wünſchte. Da ich ſeit der Mitte Septembers 1792 des Beſitzes beider Teleſkope beraubt bin, ſo konnte ich nicht bei den Beobachtungen darüber bleiben: doch habe ich mich während der kurzen Zeit, als ich ſie zu meiner Dispoſition hatte, überzeugt, daſs der Ariſtarch, wenn auch kein brennender Vulkan, doch ein ſelbſt leuchtender Körper iſt; denn die Mondflecken, welche das directe Sonnenlicht am ſtärkſten und lebhafte-

ſten zurückwerfen, gaben doch in der Nachtſeite kein ſolches Licht, wie Ariſtarch, ſo groſse Mühe ich mir auch gab, die Intenſität des ſchwachen Erdſcheins zu verſtärken. Ein helles, ſehr lebhaftes Licht in der Tiefe eines Kraters, wird, begreiflich, nicht nach allen Seiten, ſondern, wie eine Reverbere, nur unter gewiſſen Umſtänden ſichtbar ſeyn. Und ſo bemerkt man, daſs dieſer Vulkan in den Monaten Pluvioſe, Ventoſe und Germinal am ſichtbarſten iſt.

Ich darf hoffen, daſs der Miniſter des Innern meiner Bitte Gehör geben, und das Marine-Obſervatorium im Hafen zu Breſt mit dem Inſtrumente erfreuen wird, deſſen Verfertigung mir viel Mühe und Geld gekoſtet hat, und das hier von groſsem Nutzen wäre. *) Man kann zu Paris ſich ſo leicht

*) „Rochon plagt uns gewaltig," ſagt La Lande in einem Briefe in den *Allg. geogr. Ephem.* des Hrn. *Ob. Wachtm.* v. Zach, IV, 41, „um das Teleſkop von Platina zu bekommen, welches er für ſein Eigenthum ausgiebt; allein ich hoffe, daſs ich es von der National-Sternwarte erhalten werde." Nach einem andern Briefe dieſes unermüdlichen Aſtronomen, *Allg. geogr. Eph.*, IV, 145, ſah Mechain beim letzten Durchgange Merkurs durch das ſcharf begränzende Teleſkop von Platina den Planeten vollkommen rein und abgeſchnitten, indeſs er, durch Mechains achromatiſches Fernrohr geſehn, mit einem kleinen Nebel oder Scheine umgeben ſchien."

d. H.

noch gröſsere Teleſkope verſchaffen, ſo daſs Männer, die ſich wahrhaft für die Fortſchritte der Wiſſenſchaften und Künſte intereſſiren, ſich nicht wenig wundern, daſs das groſse 60füſsige Teleſkop, das in allen Journalen angekündigt wurde, immer noch ein bloſses Projekt iſt, welches man noch nicht zu realiſiren gedacht hat. Wahrlich! wenn ich im Beſitze aller Mittel geblieben wäre, ſo kann ich verſichern, daſs dieſes Inſtrument längſt vollendet ſeyn würde. Obgleich die Kunſt, groſse Spiegel zu verfertigen, nicht ohne Schwierigkeiten iſt; ſo erfordert ſie doch nicht ſo viel Talent und ſo viel Geduld, als die Verfertigung der groſsen achromatiſchen Objectiv-Gläſer. Das katoptriſche Teleſkop bedarf nur der regelmäſsigen Zubereitung einer einzigen Oberfläche, und einige Augenblicke Arbeit ſind hinreichend, um in der Politur die concave Oberfläche eines groſsen Spiegels gehörig zu bilden oder zu entſtellen. Man weiſs, und ich darf es wohl nicht wiederhohlen, daſs ich ſeit meiner frühesten Jugend mich beſtändig mit der Theorie und Praxis der Optik beſchäftigt habe. Was man aber vielleicht nicht weiſs, iſt, daſs ich mein ganzes Vermögen für die Fortſchritte dieſer Kunſt, ſo wie für Verſuche im Groſsen, die durch Umſtände vielleicht für die Wiſſenſchaft, ſo wie für mich verloren ſind, aufgeopfert habe; und ich kann alſo wohl ſo gut als irgend jemand die Schwierigkeiten und die Mittel, ſie zu überſteigen, kennen.

III.

BEMERKUNGEN

über die Erſindung der achromatiſchen Fernröhre und die Vervollkommnung des Flintglaſes,

von

Alexis Rochon,
Mitglied des National-Inſtituts und Director des Marine-Obſervatoriums zu Breſt.

Euler erfand die achromatiſchen Fernröhre durch ein bloſs methaphyſiſches oder teleologiſches Raiſonnement über den Bau des Auges geleitet, indem er annahm, die verſchiedenen brechenden Feuchtigkeiten deſſelben wären beſtimmt, die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung aufzuheben. Läſst ſich dieſe teleologiſche Idee über den Bau des Auges auch nicht mit den zahlreichen Verſuchen vereinigen, welche ich unter Mitwirkung Tenon's über die brechenden Feuchtigkeiten im Auge angeſtellt habe; ſo waren doch die Folgerungen, auf die ſie Eulern leiteten, von groſser Fruchtbarkeit, da ſie in ihm den Gedanken erregten, mit Hülfe zweier Stoffe von verſchiedenem Zerſtreuungsvermögen achromatiſche Ferngläſer zu bilden. Die Engländer erhoben ſich zwar ſogleich gegen dieſen Vorſchlag, allein Dollond, der ſich anfangs auch zu ſeinen Widerſachern geſellt hatte, fand in der ſtarken Farbenzerſtreuung des Flintglaſes ein

Mittel, ihn wirklich auszuführen, und theilte ſo mit Eulern die Ehre dieſer ſchönen und wichtigen Entdeckung.

Maupertuis hatte es übernommen, Euler's Idee in Paris ausführen und dort deſſen Objectiv aus Glas und Waſſer verfertigen zu laſſen, welches die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung ſo aufheben ſollte, wie das, was Newton erdacht hatte, die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt ſo geringe als möglich machte. Allein ein ſolches Objectiv konnte nicht gelingen, wegen des Verhältniſſes zwiſchen dem Zerſtreuungs- und dem Brechungsvermögen des gemeinen Glaſes und des Waſſers, wie man das nachmahls kennen lernte. Nach dem Disporameter iſt das Verhältniſs des Brechungsvermögens beider, von 155 : 135, und das des Zerſtreuungsvermögens, von 100 : 67. Die ſtarke Krümmung, welche die Gläſer erhalten müſsten, um die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung aufzuheben, würde eine allzu beträchtliche Abweichung wegen der Kugelgeſtalt bewirken, und was man auf der einen Seite gewönne, würde man auf der andern unausbleiblich verlieren. Mehr bedurfte es nicht, um Euler's Project ſcheitern zu machen, und die Behauptung Newton's, der zu Folge man alle Hoffnung, einen Achromatismus zu erreichen, aufgeben müſste, zu beſtätigen.

Die erſte Kenntniſs der ſtarken Farbenzerſtreuung einer Glasart, welche man in England *Flintglas*, (d. h. Kieſelglas,) nennt, in deſſen Miſchung

viel Blei, (oder vielmehr Mennige,) mit eingeht, und deren Farbenzerſtreuung mit dem Bleigehalte zunimmt, wird gewöhnlich John Dollond zugeſchrieben. Dollond zeigte 1759 ſeine erſten achromatiſchen Fernglaͤſer, die er aus Krown- und Flintglas zuſammengeſetzt hatte, vor, und geſteht in ſeinem darüber in den *Philoſophical Transactions* enthaltenen Auſſatze, daſs es ihm zwar leicht geworden ſey, auf dieſe Art die Farbenzerſtreuung aufzuheben, daſs ihn aber die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt lange aufgehalten habe, welcher ſchwer abzuhelfen ſey.

Man hat allgemein geglaubt, und glaubt es noch jetzt in Frankreich, Dollond ſey der Erfinder dieſer achromatiſchen Fernglaͤſer. Folgende Thatſache iſt mir, nachdem der jetzige Auſſatz ſchon geſchrieben war, über dieſe Erfindung bekannt geworden. Valtines focht einige Jahre darauf das Patent, welches Dollond erhalten hatte, unter dem Vorwande an, weil er ſich nicht für den Erfinder der achromatiſchen Fernglaͤſer *hätte ausgeben ſollen*, da dieſe Erfindung dem gelehrten Holles, (einem reichen, wenig mittheilenden und ſehr miſanthropen Manne, der ſein Leben in der Studirſtube zubrachte,) viel früher gehöre. Der Groſskanzler Lord Mansfield entſchied, Dollond allein habe auf dieſes Privilegium ein Recht, weil nur durch ihn das Publicum und der Handel die Früchte einer ſo nützlichen Entdeckung genöſſen, und es ſey, ohne ſich weiter in den ſtreitigen Punkt

einzulaſſen, hinreichend, zu wiſſen, daſs Holles dem Publicum ſeine Entdeckungen nicht mitgetheilt habe. Dieſer intereſſante Streit iſt kürzlich wieder zwiſchen Dollond's Sohne und ſeinem Schwager Ramsden in Anregung gekommen. Beide überreichten der Societät der Wiſſenſchaften Aufſätze hierüber; dieſe gelehrte Geſellſchaft hielt es aber für nöthig, dieſen Prozeſs, welcher zwei ſo berühmte Künſtler entzweiete, in der Geburt zu erſticken.

Mehrere Leute in England, die von dieſer Streitigkeit genauer unterrichtet waren, ſchrieben indeſs Holles die ſchöne Entdeckung der achromatiſchenFerngläſer lange vor dem Jahre 1755 zu. Man ſagt, daſs dieſer ſonderbare Mann, da er die Linſen aus Flint- und Krownglas nicht ſelbſt bearbeiten konnte, dieſes zwei mit optiſchen Gläſern handelnden Kaufleuten, die in ganz verſchiedenen Gegenden Londons wohnten, auftrug, und zwar bei dem einen die convexen Gläſer aus Krownglas, bei dem andern die Hohlgläſer aus Flintglas von demſelben Durchmeſſer beſtellte. Die Kaufleute wandten ſich gerade an denſelben Künſtler, um dieſe verſchiedenen Arten von Gläſern ſchleifen zu laſſen. Dieſer Künſtler, der für Dollond arbeitete, merkte wohl, daſs der gelehrte Holles in ſeine Unterſuchungen ein Geheimniſs ſetzen müſſe, da er ſich an zwei Kaufleute, die ſich ganz unbekannt waren, mit ſeinen Beſtellungen gewandt hatte. Er theilte Holles Auftrag und ſeine Vermuthungen darüber

John Dollond mit. Als die Gläſer fertig waren, ſtellten ſie damit Verſuche an, und erkannten bald, daſs die Objective, welche aus ihrer Zuſammenſetzung entſtanden, vollkommen achromatiſch waren. Dieſe Objective ſollen vier Zoll im Durchmeſſer gehabt, und aus drei Gläſern beſtanden haben, welche die beiden Arten von Abweichungen aufhoben.

Nicht bloſs die Bleigläſer haben eine vorzüglich ſtarke Farbenzerſtreuung; auch in mehrern andern metalliſchen Gläſern findet ſich dieſe Eigenſchaft. Einige Phyſiker haben geglaubt, das Zerſtreuungsvermögen der Gläſer ſtehe mit ihrer ſpecifiſchen Schwere in einem beſtändigen Verhältniſſe. Aber ſchon im Aether und im Weingeiſte findet ſich ein ſtärkeres Zerſtreuungsvermögen, als im Waſſer, ob ſie gleich ſpecifiſch leichter ſind.

Haben die Optiker ſich bis jetzt gleich nur des Flintglaſes und des gemeinen Glaſes zur Verfertigung der achromatiſchen Ferngläſer bedient, ſo iſt es doch keinem Zweifel unterworfen, daſs man dazu auch andere durchſichtige feſte und flüſſige Körper brauchen kann. Allein kein anderer Stoff iſt dazu ſo bequem, daher die Vervollkommnung der dioptriſchen Fernröhre vornehmlich auf der *Vervollkommnung des Flintglaſes* beruht. Die Akademie hat hierüber eine Preisfrage aufgegeben, und ich will deshalb hier das mittheilen, was mir für die, welche ſich um dieſen Preis bewerben wollen, vorzüglich intereſſant ſcheint.

Wir erhalten dieſes Flintglas aus England in ziemlich dünnen Tafeln. Es wird geblaſen, in Geſtalt hohler Kugeln, welche man, wenn das Glas die gehörige Gröſse und Dicke erlangt hat, öffnet und in eine Ebene ausſtreckt.

Wenn der Glasbläſer die erforderliche Glasmaſſe nicht mit einem Mahle nehmen und bearbeiten kann, ſo beſteht das geblaſene Glas aus mehrern parallelen Lagen, die ſelten ganz vollkommen verbunden ſind, und dann einzelne Tafeln über einander bilden, welche oft ſchon mit bloſsen Augen ſichtbar ſind, wenn man die Schneide des Glaſes betrachtet. Faſt immer da, wo ſich dieſe verſchiedenen Lagen mit einander vereinigen, finden ſich die Fäden oder Streifen, (*filandres.*)

Die Optiker unterſcheiden zwei Arten von Fäden. Sie nennen die erſte Art *fette Fäden*, (*fils gras*,) weil ſie voll und von verſchiedener Dichtigkeit ſind, und dieſe ſind der Güte der optiſchen Inſtrumente immer nachtheilig. Die zweite Art Fäden iſt weniger hinderlich, aber auch gewöhnlicher. Es ſind Haarröhren, welche nach einer Richtung ſenkrecht auf ihrer Achſe zwei verſchiedene Strahlenkegel hervorbringen.

Ich habe ſchon in einem Werke: *Mémoires ſur la Mécanique et Phyſique*, ein Mittel angegeben, wie man aus dünnen Flintglasplatten groſse Objectiv-Gläſer erhalten und wie man ſie von den Fäden befreien kann, erlaubt dieſes anders die Vertheilung derſelben in der Materie des Glaſes. Die Verfah-

rungsart, welche ich ſeitdem noch vervollkommnet habe, beſteht darin, daſs man die Flintglasplatten einem Feuer ausſetzt, welches hinlänglich iſt, ſie zu erweichen. Sobald das Glas weich iſt, muſs man es mit eiſernen Zangen zuſammenkneifen, (*refouler*,) und es in die Geſtalt eines Cylinders von 3 Zoll im Durchmeſſer bringen. Dabei muſs man vorzüglich die Falten zu vermeiden ſuchen, welche bei einem zu ſchnellen Aufſchwellen, (*renflement*,) unfehlbar entſtehn. Die Ränder des Glaſes müſſen mit einem irdenen Ringe zuſammengehalten werden. Man läſst den Glas-Cylinder ſo lange im Ofen, als es nöthig iſt, damit er verglühet, und polirt ihn dann, um die fehlerhaften Stellen erkennen zu können. Alsdann läſst man diejenigen Theile abſägen, welche die meiſten Fäden haben, und bringt ihn zum zweiten Mahle ins Feuer, um ihm die Form zu geben, die er haben ſoll.

Als ich vor mehrern Jahren auf Befehl der Regierung zum Nutzen der Wiſſenſchaften eine Reiſe nach London machte, beſchäftigte ich mich ganz beſonders mit der Vervollkommnung des Flintglaſes, und nahm bald wahr, daſs das einfachſte und leichteſte Mittel, um Flintglas zur Verfertigung groſser achromatiſcher Teleſkope brauchbar zu machen, darin beſteht, daſs man die Fäden und Haare deſſelben mit Hülfe einer Drehbank fortnimmt, wie ſich ihrer die Künſtler, welche in Glas ſtechen, bedienen. Iſt dieſes geſchehen, ſo bringt man das Glas

in einem Ofen oder unter einer Muffel in die Geſtalt und Gröſse, welche das Objectiv, das man daraus ſchneiden will, haben ſoll; ein Verfahren, welches in meinem *Recueil de Mémoires ſur la Mécanique et la Phyſique* weitläufig beſchrieben iſt. Dieſes Werk erſchien im Jahre 1783, und enthält ſo vielerlei Unterſuchungen, daſs Lexel, Rumowski und Fuſs, welche der Petersburger Akademie darüber einen Bericht abſtatten ſollten, ſich deshalb auf nicht mehr als auf die Meſſung der kleinen Winkel bei der doppelten Refraction des Berg-Kryſtalls, (isländiſchen Kryſtalls?) und auf meine Maſchine, Buchſtaben zu ſtechen, einſchränken zu müſſen glaubten.

IV.

BEITRAG

zur Berichtigung des Streits über die erſten Gründe der Hygrologie und Hygrometrie,

von

L. A. von Arnim.

Nous avons une impuiſſance à prouver, invincible à tout le Dogmatisme: nous avons une idée de la verité, invincible à tout le Pyrronisme. Pascal.

INHALT.

Prüfung der Theorien — Adhäſions-Theorie — Zerlegungs-Theorie in Waſſerſtoff- und Sauerſtoffgas; in Stickgas — Verbindung des Waſſers mit dem Wärmeſtoffe; Beweis, daſs, wenn bei dem Luftdrucke und der Temperatur der Luft an der Erde Waſſer nicht permanent dampfförmig ſeyn kann, dies auch in keiner Höhe ſtatt finde. — Unterſuchung, ob das Hygrometer chemiſch oder mechaniſch durch das Waſſer afficirt werde, ob es ferner das Waſſer aus der Atmoſphäre abſcheidet oder bloſs das abgeſchiedene aufnimmt? Fortgeſetzte Prüfung der Theorien — Verbindung des Waſſers mit Electricität — Verbindung mit Feuer und aeriſirendem Stoffe — Verbindung mit Luft — Prüfung der Einwürfe gegen dieſe Theorie — Beweis, daſs der Regen ſich nicht bloſs in der Höhe ſammelt, ſondern daſs alle Luft von der Wolke bis zur Erde dazu beiträgt. — Ausſichten für die Zukunft.

Die Grenzen der Hygrometrie ſchienen durch Sauſſüre's Bemühungen ſo feſt beſtimmt, ſo weit ausgedehnt, durch ſeine glückliche Erklärung man-

cher wunderbarer Erſcheinungen der Meteorologie ſo vielmahl beſtätigt zu ſeyn, daſs die meiſten mehr überraſcht als überzeugt wurden, als de Lüc, ſeinen Unterſuchungen zufolge, dieſe Grenzen ganz aufzugeben, ſich genöthigt glaubte. Die Streitſchriften, welche ſeit dieſer Zeit erſchienen, insbeſondere Sauſſüre's Vertheidigung des Haarhygrometers,*) Zylius Preisſchrift**) und Lichtenberg's***) Antwort aus ſeinem Nachlaſſe, haben, jede auf ihrem Wege, die verſchiedenen Anſichten aus einander geſetzt, geprüft und widerlegt. Alles erinnert daran, die Reſultate zu ſammeln, ehe das Intereſſe für dieſen Theil der Phyſik ſich verliert.

Das erſte Erforderniſs dabei iſt eine bequeme *Ueberſicht* aller Antworten auf die wichtige Frage: *in welchem Zuſtande ſich das Waſſer, welches wir im Regen, Schnee* u. ſ. w. *aus der Atmoſphäre herabfallen ſehen, vorher darin gefunden habe?* Die erſte Eintheilung bietet ſich uns dar, je nachdem die Phyſiker entweder nur Einen oder mehrere Zuſtände deſſelben angenommen haben. Zu den erſtern gehören Sauſſüre und faſt alle ältern Phyſiker; zu den letztern ganz vorzüglich de Lüc, da er beide

*) *Defenſe etc. Journ. de Phyſ.*, 1788, Janv. et Fevr. *A.*

**) *Prüfung der Theorie* de Lüc's *vom Regen*. Berlin 1795. *A.*

***) *Vertheidigung des Hygrometers*, Göttingen 1799. *A.*

Zuſtände, als Waſſerdunſt und in Luft verwandelt, als unabhängig von einander betrachtet; auch Zylius, in ſo fern er glaubt, daſs das Waſſer nach ſeiner Abſcheidung aus der Luft noch lange als Waſſerdunſt darin bleiben kann. Nach der verſchiedenen Art, wie das Waſſer verändert ſeyn kann, ergiebt ſich auſserdem die folgende Eintheilung der Syſteme:

Das Waſſer iſt in der Atmoſphäre

1. *verändert*
   a. durch *Verbindung*
      α. mit einem darſtellbaren Stoffe, nämlich der *atmoſphäriſchen Luft*, (Sauſſüre u. a.)
      β. mit einem nicht-darſtellbaren, hypothetiſchen Stoffe
         aa. mit *Wärmeſtoff*
         bb. mit *Electricität*
         cc. mit *Feuer* und einem *aeriſirenden Stoffe*, (de Lüc)
   b. durch *Zerlegung*
      α. in Sauerſtoffgas und Waſſerſtoffgas
      β. in Stickgas u. ſ. f.
2. *unverändert.* (Syſtem der Adhäſion, der mechaniſchen Zertheilung faſt aller ältern Phyſiker.)

Die Meinung von der feinen Zertheilung des Waſſers in der Luft hat keine Anhänger mehr und auch keinen haltbaren Grund, da eine der gewaltſamſten Erklärungen, daſs das Waſſer in der Luft,

welches keine der Eigenſchaften des Waſſers mehr zeigt, doch noch ungeändert wäre, zu ſeiner Begründung erfordert wird; daher ich ſie übergehe.

Die *Zerſetzung* des Waſſers nach der Lavoiſierſchen Theorie konnte nur durch einen ähnlichen Zwang auf die Meteorologie angewendet werden, da man weder da, wo Waſſer entſtand, vorher Waſſerſtoffgas fand, noch die den Regen begleitenden Umſtände einer Verbrennung ähnlich ſahen. Dieſe Zerſetzungs-Theorie könnte indeſſen doch wohl einer Modification fähig ſeyn, wodurch ſie wiederum der Unterſuchung empfohlen würde. Schon Herr von Humboldt *) vermuthete aus der Menge von Waſſerſtoffgas, die bei vielen Prozeſſen in der Natur ſich entwickelt und doch nicht in der Luft angetroffen wird, daſs dieſes ſich mit dem Stickgas in einer noch unbekannten Verbindung befinden möchte. Vielleicht, daſs dieſes Stickgas eben ſo wirkt, wie die Kohle in der Verbindung mit dem Waſſerſtoffe, (nach Rouppe's Verſuchen,) **) und die Verbindung mit dem Sauerſtoffe zu Waſſer, ohne vorhergehende Temperatur-Erhöhung vermittelt.

Viel gröſsere Wahrſcheinlichkeit hatte das von Herrn Mayer ***) angegebene Zerſetzungs-Sy-

*) *Annalen der Phyſik*, III. B., S. 87. A.

**) *Eben daſelbſt*, II. B., S. 482. A.

***) Gren's *Journal der Phyſik*, V. B., S. 382. A.

ſtem in Stickgas, ſo lange Wiegleb's, Wurtzer's und Anderer Verſuche ſich beſtätigten; ſeitdem dieſe aber durch die Amſterdammer *) Chemiker und durch Herrn von Hauch **) widerlegt worden, bleibt auch dieſe Theorie ohne Nutzen.

Ich gehe nun zu den Syſtemen der andern Abtheilung über. Die *Verbindung* mit dem *Wärmeſtoffe* macht das ältere de Lücſche Syſtem aus, ***) und iſt ein Theil des neuern; ****) auch Herr Zylius *****) nimmt dieſen Zuſtand des Waſſers nach der Trennung von der Luft an. Da aber den Wärmeſtoff bis jetzt niemand kennt, ſo will ich, um Irrthum zu vermeiden, das Produkt ſeiner Verbindung mit dem Waſſer nennen. Es iſt der *Waſſerdampf*, eine luftförmige Flüſſigkeit, in welche ſich das Waſſer ohne das Hinzukommen eines andern Stoffs bei einem durch den Luftdruck beſtimmten Wärmegrade verwandelt, und welche das Eigenthümliche hat, zerſetzt zu werden, wenn man bei dem Wärmegrade, bei dem ſie ſich erzeugte, den

*) *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 220. A.

**) *Eben daſelbſt*, S. 369. Vergleiche Scherer's *Ueberſicht der Unterſuchungen über die Verwandlung des Waſſers in Stickſtoffgas*, Halle 1800. A.

***) *Unterſuchungen über die Atmoſphäre*, II. Theil, S. 276. A.

****) Gren's *Journal der Phyſik*, IV. B., S. 267. A.

*****) *Preisſchrift*, S. 68. A.

Druck vermehrt, oder, bei unverändertem Drucke, bei dem ſie ſich bildete, die Wärme vermindert. Dieſe Eigenſchaft, welche alle Phyſiker, nur verſchieden ausgedruckt, dem Waſſerdampfe beilegen, findet ſich bei jenem, welchen die angeführten Meteorologen annehmen, gar nicht. Nach de Lüc*) ſoll er die Urſache der Hygrometer-Veränderungen ſeyn. Das Hygrometer zeigt aber dieſe in einer Temperatur und bei einem Luftdrucke, wobei kein Waſſerdampf vorhanden iſt; auſserdem ſetzt ſich auch bei jeder Temperatur nur ein Theil des in der Luft enthaltenen Waſſers ab. Dieſer Stoff kann daher kein Waſſerdampf ſeyn. Daſſelbe gilt auch für die Meinung des H. Zylius. Das, was de Lüc zu ſeiner Vertheidigung gegen dieſen Einwurf, der ſich jedem ſogleich aufdringen muſs, anführt, iſt eine bloſse Annahme. Die Luft**) ſoll, nach ihm, durch ihre Umhüllung dieſen Waſſerdunſt gegen ihren eignen Druck ſchützen. Mir ſcheint hierin ſogar ein Widerſpruch zu liegen.

Iſt es nun angenommen, daſs bei dem Luftdrucke und bei der Temperatur der Luft an der Erde das Waſſer noch nicht permanent dampfförmig ſeyn kann, und wir ſtellen damit die von mir an einem andern Orte***) aufgeſtellte allgemeine

*) Gren's *Journal der Phyſik*, IV. Band, S. 267. *A.*

**) *Ideen z. M.*, I. Theil, S. 16. *A.*

***) *Annalen der Phyſik*, II. B., S. 245. *A.*

Urſache der Wärmeverminderung, je höher wir ſteigen, zuſammen, nämlich die Vermehrung der Wärme-Capacität derſelben Luftart, nach dem Verhältniſſe ihrer Verdünnung: ſo wird auch, (da die Wärme der Luft und der zum Sieden nöthige Wärmegrad in gleichem Verhältniſſe abnehmen,) das Waſſer in keiner Höhe permanent dampfförmig ſeyn; nur örtliche Urſachen werden es in Dampfgeſtalt verwandeln. Doch iſt zu unſerm Zwecke dieſer Beweis nicht unentbehrlich, da bewieſen iſt, daſs bei der Wärme der Höhe, bis zu welcher ſich Wolken bilden, noch kein Waſſer ſiedet.

Nehme ich aber einen Waſſerdunſt bei jeder Temperatur an, ſo hat freilich Herr Zylius *) der Erfahrung gemäſser, (nach der das Hygrometer im reinen Waſſerdampfe zur Trockenheit geht,) angenommen, ſo lange das Waſſer noch in Luftform ſey, wirke es nicht auf das Hygrometer; und ich geſtehe, daſs ſich Lichtenberg **) um die Hygrometrie würde ſehr verdient gemacht haben, wenn er, ſtatt bei dieſer Stelle ſeinem Gegner den Verſtand abzuſprechen, de Lüc gegen dieſen Einwurf vertheidigt hätte, insbeſondere da es hauptſächlich der *einzige* und Haupteinwurf des Herrn Zylius gegen den Genfer Naturforſcher iſt. Iſt aber, wie ich glaube, erwieſen, daſs *der* Waſſerdampf, welcher von den Phyſikern in ſo vielen Ver-

*) *Preisſchrift*, S. 49. A.

**) *Vertheidigung des Hygrometers*, S. 115. A.

hältniſſen unterſucht iſt, nicht, wie de Lüc behauptet, die Urſache der Hygrometer-Veränderungen ſeyn kann, weil dieſe vorgehen, wo jener gar nicht exiſtiren kann; *) ſo iſt dies ſchon eine Lücke in jenem Syſteme, die nicht leicht auszufüllen ſeyn möchte.

Dies führt mich unmittelbar auf die Frage: *wie das Hygrometer aſſicirt wird?* Daſs das Waſſer jene Veränderungen hervorbringt, nehme ich als erwieſen an; die Meinungen ſind nur darin getheilt, ob ſich das Waſſer chemiſch mit den hygroſkopiſchen Subſtanzen verbinde, oder ob es ſich bloſs anhänge und ſich in die Zwiſchenräume lagere. Sauſſüre **) und de Lüc ***) entſchieden für die chemiſche Wirkung, Zylius****) für die bloſse Adhäſion. Die Erſtern haben alle Analogie mit den Salz-Hygrometern für ſich, die ſich chemiſch mit

*) Ein Verſuch, der ſehr auffallend den Unterſchied zeigt, iſt die Verſchiedenheit, mit welcher feuchte bis über 80° R. erhitzte Luft und reiner Waſſerdampf in gleicher Temperatur auf das Hygrometer wirken. In dieſem geht es auf Trockenheit, in jenem hingegen kann man den hygrometriſchen Feuchtigkeitsgrad nach Gefallen verändern. Da hier das de Lüc'ſche und das Sauſſürſche Hygrometer ſehr verſchiedene Reſultate geben, (de Lüc's *Ideen z. M.*, I, S. 55 bis 56,) ſo werde ich mich in der Fortſetzung noch damit beſchäſtigen. *A.*

**) *Eſſ. de Hygr.*, §. 41. *A.*

***) *Ideen z. M.*, §. 24. *A.*

****) *Preisſchrift*, S. 33. *A.*

dem Waſſer verbinden, und dem Gange der Haar-Hygrometer und anderer ſich nähern; ferner die gewaltſame Wirkung befeuchteter hygroſkopiſcher Stoffe, z. B. die Trennung von Steinmaſſen durch angefeuchtete *) Keile; endlich den Verluſt aller Eigenſchaften, den das Waſſer durch dieſe Verbindung erleidet. Die Gründe des Herrn Zylius dagegen, 1. daſs in jeder chemiſchen Verbindung *der* Körper, der als Beſtandtheil mit andern Körpern chemiſch vereinigt wird, dadurch die Aeuſserung ſeiner charakteriſtiſchen Wirkungen verliert; und 2. daſs dieſe Verbindung durch keine phyſiſche Kraft aufgehoben und dem Körper ſeine vorigen eigenthümlichen Beſchaffenheiten wieder gegeben werden können, dieſes aber bei dem Waſſer in hygrometriſchen Stoffen nicht der Fall ſey, daſs daher, *wenn* Buchsbaum und Elfenbein ſich wie ein Schwamm zuſammendrücken lieſsen, das Waſſer ſich eben ſo daraus herſtellen würde: **) — dieſe Einwürfe bedürfen eigentlich, als bloſse Hypotheſe, gar keiner Widerlegung. Doch wird es vielleicht nicht am unrechten Orte ſeyn, hier noch hinzuzufügen, daſs, wenn wir uns an einer hygroſkopiſchen Subſtanz befeuchten, zwei Fälle eintreten können: entweder wir nehmen Waſſer hinweg, welches bloſs dem Stoffe adhärirt, ſo wie ſchwefelſaure Kalkerde mit Schwefelſäure befeuchtet werden kann; — oder, (da faſt alle Körper hygroſkopiſch ſind,) wir entrei-

*) Lichtenberg's *Verth. d. Hygr.*, S. 101. *A.*
**) Am angef. Orte, S. 35. *A.*

ſsen das Waſſer durch chemiſche Anziehung, und der Druck darauf iſt nur nöthig, um die beiden Körper in eine vollkommenere Berührung zu bringen. Ein Schwamm vereinigt beides, ein Theil des Waſſers iſt mit ihm chemiſch verbunden, ein anderer hängt bloſs in ſeinen vielen Höhlungen; eben daher kann auch dem Schwamme durch bloſsen Druck nur dieſer Theil des Waſſers genommen werden. Aber weil das Hygrometer chemiſch das Waſſer bindet, ſo braucht es darum noch nicht chemiſch einem andern Körper, z. B. der Luft, das Waſſer zu entziehen; es wäre daher immer noch unbeſtimmt, ob es bloſs das Waſſer, (wie Zylius *) meint,) anzeigt, welches ſich aus der Luft auf irgend eine Art abgeſchieden hat, oder ob es auch Waſſer dadurch anzeigt, daſs es daſſelbe abſcheidet? Ich glaube das Letztere mit Grunde bejahen zu können. Wenn wir in eine Luft, die im Mittel der Feuchtigkeit ſich befindet, die alſo durchaus noch keine Feuchtigkeit abſetzt, ſondern ſie noch begierig verſchluckt, ein bis zum Trockenpunkte zurückgebrachtes Hygrometer ſetzen, ſo ſteigt dieſes; es verbindet ſich Waſſer damit. Dieſer Verſuch beweiſt die Abſcheidung des Waſſers durch hygroſkopiſche Subſtanzen hinlänglich; zugleich widerlegt er auch die Gründe des Herrn Zylius gegen das Hygrometer überhaupt, die nicht bloſs die Hygrome-

*) Am angeführten Orte, S. 49.

trie zu modificiren, ſondern gänzlich aufzulöſen drohten. *)

Das Aufſteigen des Waſſers durch die *Verbindung mit Electricität*, oder mit electriſcher Materie, behauptete zuerſt Beccaria. **) Seine Gründe dafür waren nur Analogien und Aehnlichkeiten, daſs Regen Electricität zeige, daſs der Rauch um electriſirte Körper Wolken bildet, daſs die Electricität die Ausdünſtung befördere u. ſ. w. Der letzte Verſuch iſt nach van Marum ***) falſch befunden worden; die übrigen Erſcheinungen laſſen ſich ohne dieſe Annahme erklären. Das Produkt jener Verbindung ſelbſt iſt auſserdem völlig unbekannt, alſo die ganze Erklärung bloſs hypothetiſch.

Herrn de Lüc's neueſtes Syſtem, das letzte dieſer Klaſſe, iſt zu bekannt, um einer weitläuftigern Auseinanderſetzung zu bedürfen. So wie Sauſſüre eine Verbindung des Waſſers mit Luft, ſo nimmt er eine ****) Verbindung mit Feuer und einer dritten, aeriſirenden Subſtanz, (wie Lichtenberg *****) ſie ſehr paſſend nennt,) zu Luft an.

*) Dies nahm auch Gren an. Vergl. *Grundriſs der Naturlehre*, §. 948. *A.*

**) *Lettere dell' elettriciſmo. Bologna* 1754. *A.*

***) *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 122. *A.*

****) Vergl. die verſchiedenen Briefe in Gren's *Journale der Phyſik* zur Ueberſicht, II, S. 266. *A.*

*****) *Vertheidigung des Hygrometers*, S. 200. *A.*

„Waſſer und Feuer", ſagt de Lüc, „ſind allen Luftarten gemein; jenes iſt der wägbare Theil derſelben, und ſie unterſcheiden ſich nur durch das Verhältniſs dieſer Beſtandtheile und durch den aeriſirenden Stoff. Das Hygrometer zeigt dieſes Waſſer nicht an, ſondern nur das als Dampf darin enthaltene." Allein wir haben ſchon vorher geſehen, daſs ſich gegen dieſe letztere Vorſtellungsart ſehr gegründete Einwürfe darbieten, daſs dadurch die de Lücſche Theorie den Erklärungsgrund für die Hygrometer-Veränderungen verliert; nicht ſo unmittelbar, ich glaube überhaupt, auf gar keine unmittelbare Art, läſst ſich etwas gegen de Lüc's eigentliches Syſtem ſagen.

Daſs es nicht durch Verſuche begründet iſt, daſs es überhaupt durch Verſuche nicht begründet werden kann, folgt ſchon daraus, weil jene Stoffe nicht wägbar und nicht dargeſtellt ſind; daſs es aber leicht ſey, durch ſolche Stoffe zu erklären, iſt eben ſo gewiſs. Ich würde daher keinen Augenblick anſtehen, wenn keine darſtellbaren Stoffe zur Erklärung der meteorologiſchen Erſcheinungen, wenn ſelbſt *ein* hypothetiſcher Stoff dazu nicht genügte, zu de Lüc's Theorie mich zu bekennen, und nur in dieſem Falle der goldnen Regel B-co's getreu zu ſeyn glauben. Vorher will ich daher noch Sauſſüre's Auflöſungs-Theorie und de Lüc's Einwürfe gegen dieſelbe, die ich keinesweges für *ſo* unbedeutend halte, wie ſie Herrn Zy-

lius nach ſeiner Anſicht vom Hygrometer erſcheinen, gegen einander halten und prüfen.

Gewöhnlich wird Sauſſüre's *Theorie* ſo dargeſtellt, als wenn er nothwendig vorausſetzte, daſs nicht anders die Luft das Waſſer auflöſe, als wenn dieſes vorher ſich in Dampf verwandelt. Aus einigen Stellen, insbeſondere §. 264, ſcheint auch dies zu folgen; doch glaube ich, aus mehrern andern Stellen ſchlieſsen zu müſſen, dieſe Meinung habe ihm keinesweges nothwendig geſchienen, und ſie entſtehe nur aus der Schwierigkeit, die Sauſſüre hatte, Mengung und Miſchung zu unterſcheiden. Aus der Randnote zum §. 190.: *L'eau ne ſ'évapore qu'en ſe changeant en vapeur elaſtique*, und aus der darin angeführten Erfahrung: *Le manomètre renfermé avec de l'eau et de l'air fait voir que l'eau en ſ'évaporant augmente le volume de l'air, et que cette augmentation vient de la production d'un fluide élaſtique plus rare que l'air même, et qui n'eſt autre choſe que l'eau reduite en vapeurs*, — ſcheint jene Meinung zu folgen. Dies hört aber auf, ſobald man den Zuſatz lieſt: *La ſeule difference qu'il y ait entr'eux* (zwiſchen dem reinen Waſſerdampfe, wie er aus der Aeolipila kommt, und zwiſchen dem unter der Glocke gebildeten Dampfe,) *c'eſt, que celui qui ſort de l'éolipile, eſt très pure et a peu près pur, au lieu que celui qui eſt produit par une évaporation inſenſible, eſt plus denſe, et mélange d'une plus grande quantité d'air.* Er fragt hierauf, ob wohl Luft und Waſſer hier chemiſch mit einander vermiſcht ſind,

und

und nachdem er mehrere Gründe angeführt hat, fährt er fort: *ce ſont des indices certains d'une combinaiſon intime des élémens de la vapeur avec les élémens de l'air, ou d'une vraie diſſolution chimique.* Man leſe ferner den §. 195, warum die Ausdünſtung durch die Winde vermehrt wird, um ganz überzeugt zu werden, daſs Sauſſüre, ungeachtet er an einem andern Orte *) einen Unterſchied zwiſchen *vapeur élaſtique* und *vapeur diſſoute* macht, doch hier, wo es auf den Hauptbeweis unter der Glocke ankam, daſs Waſſerdunſt ſich auch auſser der Siedehitze bildet, doch weiter nichts bewies, als daſs *vapeur diſſoute* entſtanden ſey; daſs es ſelbſt zweifelhaft werde, ob er noch mehr habe damit beweiſen wollen, gewiſs aber, daſs nichts mehr damit zu beweiſen ſey. Wenn nun aber, wie wir geſehn haben, das Waſſer weder unverändert noch als Dampf ſich in der Atmoſphäre befinden konnte, und es den Grundſätzen einer richtigen Naturbetrachtung widerſpricht, die Verbindung mit hypothetiſchen Stoffen anzunehmen; was bleibt uns dann noch für eine Zuflucht als die Verbindung mit der Luft, die Auflöſungs-Theorie? Um ſo genauer werden wir daher die Einwürfe dagegen durchgehen müſſen.

Herr de Lüc hat dieſe Theorie nicht in ihren Gründen, ſondern in ihrer Anwendung auf die meteorologiſchen Erſcheinungen beſtritten. Es ſind

*) §. 264. A.

zwei Beobachtungen auf dem *Bunt*,*) die er ihr insbeſondere entgegengeſtellt. Hier ſah er erſtlich, daſs die Luft trockner wurde, je höher er ſtieg. Das Hygrometer ſtand nämlich den 30ſten Morgens bei 24° Reaumur in der Abtey Sixt auf 43,7°, den 31ſten auf dem Bunt, 6808 Fuſs höher, bei 6° R. auf 33,5°. Dieſes reducirt er in Rückſicht der geringern Wärme auf den Hygrometer-Stand in der erſten Station nach den Sauſſüriſchen Tafeln, und findet daraus 24° des Hygrometers. Gegen dieſe Beobachtungen bieten ſich uns aber viele Erinnerungen dar. Sie ſind nicht gleichzeitig an beiden Orten angeſtellt; ſie ſtimmen nicht mit den oft wiederhohlten Verſuchen **) Sauſſüre's; und endlich können ſie nichts ausmachen, weil die Luft, welche einen Berg umgiebt, ſehr verſchieden von der übrigen ſeyn muſs, ſo wie überhaupt die Luft um jeden hygroſkopiſchen Körper. Ueberdies iſt die Reduction auf 24° unrichtig. Wenn von Trockenheit einer Luft geſprochen wird, ſo kann nicht von der abſoluten Menge Waſſer die Rede ſeyn, die ſie enthält, ſondern nur von der relativen, oder von dem Grade ihrer Sättigung. Jene Tafel dient daher nur zur Beantwortung auf die Frage: wie hoch das Hygrometer in dieſer Luft ſtehen würde, wenn

*) *Unterſuchungen über die Atmoſphäre*, §. 929. *Ideen z. M.*, II, *S. 7.* Gren's *Journal der Phyſik*, III, S. 494. *A.*

**) *Eſſ. d'Hygr.*, pag. 468 f. *A.*

die Temperatur bis zu einem gewiſſen Grade erhöht würde.

Herr de Lüc bemerkte ferner, daſs, ungeachtet dieſer Trockenheit auf dem Berge, ſich in der Gegend Wolken zuſammenzogen, worauf es ſtark regnete, wobei ſich aber der Stand des Hygrometers unter dem Obdache nicht ſehr veränderte. Er ſchlieſst daraus, daſs alſo, um Feuchtigkeit aus der Luft abzuſcheiden, dieſe nicht bis zum Maximum feucht zu ſeyn braucht. Man wird ſich aber auſser den obigen Gründen noch folgender erinnern. Es fehlt uns an Beobachtungen, ob dünnere Luft, als die mittlere an der Erde, das Hygrometer auch bei ihrer gröſsten Feuchtigkeit bis zu dem in jener beſtimmten Maximum erheben kann. Aber, wenn ſich auch dieſes nicht fände, was ich in der Fortſetzung dieſer Beiträge unterſuchen werde, ſo bildete ſich der Regen doch immer nicht da, wo das Hygrometer beobachtet wurde, und der Wind konnte ja ſchon abgeſchiedene Feuchtigkeit in Wolken dahin treiben.

Ein dritter Einwurf wird von der Menge des herabfallenden Regens hergenommen. Wenn man auch annimmt, daſs die Temperatur-Veränderung groſs genug iſt, und ein Theil der obern Luft das Maximum überſteigt und Waſſer abſcheidet, wie will man die groſse Menge erklären, die wir herabfallen ſehen? Hier muſs auf die abſolute Menge von Waſſer in der obern Luft, alſo auch auf den Wärmegrad, und, was nicht vergeſſen werden muſs,

auch auf *die Verdünnung* geſehen werden. Die Wärme vermehrt das Waſſer-Faſſungsvermögen der Luft, *) die Verdichtung vermindert es. **) Die Wirkung der letztern iſt nicht genau beſtimmt, Sauſſüre ***) ſelbſt hat erſt ſpät in der Meteorologie davon Gebrauch gemacht. Für die erſtere hat Sauſſüre ****) eine Tafel aus Verſuchen berechnet. Nach ihr iſt bei 30° des Reaumur. Thermometers und 98° des Hygrometers, der Waſſergehalt nur 20,7 Gran; wie viel geringer iſt er daher nicht in jenen kältern obern Luftſchichten! Merkwürdig iſt es indeſſen, daſs in Rückſicht des Waſſergehalts der Luft die älteren Verſuche ſo ſehr von den Sauſſüriſchen abweichen. Auf den Branderſchen *****) Hygrometern iſt angemerkt, daſs man 2 Gran Waſſer im Cubikfuſse Luft, für jede 5 Grad des Hygrometers rechnen könne, und dieſes iſt in 360° eingetheilt. Freilich verdienen hier Sauſſüre's ſorgfältigere Verſuche mehr Zutrauen; auch läſst ſich dieſe Schwierigkeit ohne Zwang und ohne der Auflöſungs-Theorie zu widerſprechen, erklären.

*) Sauſſüre *Hygr.*, p. 122. *A.*

**) Sauſſüre *Hygr.*, pag. 193. *A.*

***) *Annalen der Phyſik*, I Bd., S. 317. *A.*

****) *Eſſ. d'Hygr.*, p. 261. *A.*

*****) Lambert's *Hygrometrie*, Augsburg 1774, a. d. Titelkupfer, §. 60 und 64. *A.*

Ich muſs hier an einige merkwürdige, aber leicht erklärbare Erfahrungen Richmann's *) erinnern. Sie beweiſen, daſs Waſſer, welches beträchtlich kälter als die umgebende Luft iſt, durch eine partiale Erkältung, ſtatt Feuchtigkeit daran abzugeben, ſie daraus niederſchlägt, und am Gewichte zunimmt. Daſſelbe wird auch bei den Regentropfen der Fall ſeyn, die aus einer groſsen Höhe herabfallen; auch ſie werden wegen ihrer Kälte **) aus der ganzen Luftſäule Feuchtigkeit in ſich nehmen. Die Erfahrung beſtätigt dieſes ſehr auffallend. Heberden ***) ſagt, daſs die Mengen des Waſſers, welches nach Angabe der Regenmeſſer auf die Weſtminſter-Abtey in London, auf ein Haus ganz in der Nähe derſelben, und 15½ Fuſs tiefer herabfiel, ſich wie 5 : 8 : 10 verhielten. Eben ſo verhielt ſich die Menge des Waſſers auf einem Berge zu dem im Thale, wie 8,165 zu 8,765, und man findet, daſs die Regentropfen in der Ebene ****) immer gröſser ſind, als auf nahe gelegenen Bergen. Auch iſt es eine bekannte Erfahrung, daſs der ſtarke Schnee nie bei der ſtärkſten Kälte eintritt. Hier iſt der Wärme-

*) *Novi Comment. Acad. Petrop.*, T. II, p. 145 ſeqq. *A.*

**) Lambert beobachtete, daſs, wenn es im Sommer in der Ebene bei Chur regnete, es auf den nahgelegenen Bergen ſchneite. *Acta Helvet.*, Vol. 3, p. 325. *A.*

***) *Phil. Transact.*, Vol. LIX, p. 1. *A.*

****) Gehler's *Wörterbuch*, Th. III, S. 646. *A.*

unterſchied zwiſchen der obern und untern Atmoſphäre nicht groſs genug, und es bildet ſich nur ein feiner Schnee, den man immer nur bei der ſtärkſten Kälte wahrnehmen kann. Wenn wir nun nach dieſer Erklärung einen Ueberſchlag machen, wie viel Waſſer bei einer Regenbildung von 8000 Fuſs Höhe, (wo de Lüc *) dies ſelbſt beobachtete,) wenn jeder Cubik-Fuſs nur 3 Gran dazu im Durchſchnitte liefert, ohne Wind und herangetriebene Wolken ſich niederſchlage, ſo giebt das 24000 Gran oder $4\frac{1}{6}$ Pfund auf jeden Quadratfuſs. Rechnen wir nur 100 Regentage **) auf ein Jahr, und den Cubik-Fuſs ***) Regenwaſſer zu 70 Pfund, ſo macht das über 416 Pfund auf einen Quadratfuſs oder 5,9 Cubik-Fuſs, und ein mehr als doppelt ſo hohes jährliches Regenmaaſs, als die Erfahrung ****) giebt. Eine Rechnung, wodurch die Auflöſungs-Theorie völlig gegen alle Gegenrechnungen Lichtenberg's *****), (ſo wie gegen den Einwurf der Un-

*) *Ideen*, II, S. 7. A.

**) Zu Leyden waren im Durchſchnitte 107 Regentage. Muſſchenbroek *Intr. ad phil. nat.*, II T., §. 2365. A.

***) Vergl. Schmidt's *phyſ.-math. Abhandl.*, S. 90. A.

****) Das Regenmaaſs zu Leyden finde ich als Mittelzahl aus ſiebzehnjährigen Beobachtungen $28\frac{5}{12}$ Z. Vergl. Muſſchenbroek, §. 2364. A.

*****) *Verth. des Hygr.*, S. 137. A.

zulänglichkeit in Rückſicht der Menge des herab-fallenden Waſſers,) geſchützt iſt.

Ungeachtet dieſe Theorie durch die bisherigen Einwürfe nicht erſchüttert worden, ſo iſt ſie doch eben ſo wenig beendigt, wie alle andere Theile der Phyſik. Sie hat noch viele und groſse Lücken. Dazu rechne ich das den ſpecifiſch leichteren Körpern ähnliche Schweben der Wolken, ihr Sinken und Steigen nach den Veränderungen der Atmoſphäre, da die Erklärung des Herrn Zylius, *) der ſie mit Waſſerdampf füllte, nach den obigen Gründen nicht angenommen werden kann. Verſuche mit Platten, die, wenn ſie auf einer Seite mit Stanniol belegt waren, auf der andern Seite nicht bethauet wurden, machen es wahrſcheinlich, daſs hierbei Electricität wirkſam iſt, und daſs Wolke und Erde ſich erſt vereinigen, wenn ſie aufhören gleich electriſirt zu ſeyn, oder entgegengeſetzt electriſch werden; wonach auch die Schnelligkeit, mit der ſie herabſteigen, ſich richten wird. Dieſe electriſche Entgegenſetzung findet beſonders beim Hagel ſtatt und bei Gewitterregen. Jener **) iſt faſt immer negativ, und er ſtürzt ſo ſchnell aus der Höhe herab, daſs er ſtatt aufzuthauen durch die ſchnelle Verdünſtung noch mehr gefriert. Die ſcharfſinnige de Lücſche ***) Erklärung der Wolken, daſs ſie eben ſo, wie die

*) *Preisſchrift*, S. 68. A.

**) *Annal. d. Phyſ.*, III. Bd., S. 82. A.

***) *Ideen z. M.*, II. T., S. 91. A.

Nebel über kochendem Waſſer, wechſelnd ſich bilden und auflöſen, mag allerdings in manchen Fällen richtig ſeyn; aber immer iſt ſie es ſicher nicht. Davon kann uns die Beſtändigkeit der Geſtalt mancher Wolken hinlänglich überzeugen. Von den übrigen Forderungen an die Theorie in der Fortſetzung.

Andere Erklärungen nach dieſer Theorie, z. B. der vertikale Wind, ſind beſtritten *) worden, oder bloſs durch Miſsverſtand **) entſtanden; andere Theile der Unterſuchung laſſen noch neue Reſultate hoffen. Dahin gehören insbeſondere die Wirkungen eines augenblicklichen Drucks auf die Luft, es ſey als Wind ***) oder als Ton. Für den Einfluſs des letztern ſpricht die Volkserfahrung, daſs durch den Kanonendonner der Regen zerſtreut wird; in Rückſicht des erſtern muſs ich auf eine Erfahrung Kratzenſtein's ****) aufmerkſam machen. Auch

*) Von de Lüc in den *Ideen z. M.*, II Th., S. 67. *A.*

**) Dahin gehört beſonders die Meinung, als wenn das Waſſer nur durch Verbindung mit Luft in Dampf verwandelt werde. *A.*

***) Nach de Lüc, *Ideen*, II Bd., S. 117, iſt der Hagel allemahl mit heftigen Windſtöſsen verbunden. *A.*

****) *Abhandl. von dem Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe*, Halle 1744, S. 12. Er pumpte die Luft aus einer gläſernen Kugel aus, wobei ſie völlig durchſichtig blieb; lieſs man jetzt Luft hinein, ſo war ſie ſo

die Wirkung der Veränderung des Sauerſtoff-Gehalts auf die Waſſerhaltungs-Fähigkeit iſt wenig unterſucht. Doch ich ſchlieſse; denn auch hier machen wir die Erfahrung, daſs die Menge des Unbekannten und Ungewiſſen gegen das Ausgemachte gehalten, unendlich groſs werden möchte.

lange voll Waſſernebel, bis ſie mit Luft angefüllt war, dann wiederum völlig durchſichtig. *A.*

(Die Fortſetzung in einem der folgenden Stücke.)

V.

BEITRÄGE
zur Lehre von der Wärme, in phyſikaliſcher und ökonomiſcher Rückſicht,

vom

Herrn Grafen von Rumford
in London.

(Fortſetzung, *Ann.*, IV, 84.)

---

8. *Verſuche mit Braukeſſeln; inwieweit es vortheilhaft iſt, Flüſſigkeiten in groſsen Maſſen zu kochen; Schätzung der Total-Hitze, welche verſchiedene Brennmaterialien geben, und des wirklichen Verluſts an Hitze beim Kochen.*

Der Braukeſſel, mit welchem ich die erſten dieſer Verſuche in einem kurfürſtlichen Brauhauſe anſtellte, iſt ein rechtwinkliges Parallelepipedon, 10 baierſche Fuſs lang, 8′ breit und 4′ tief, *) und enthält 8176 baierſche Maaſse, oder 1866 Gallonen engliſches Weinmaaſs, diente zum Brauen des leichten Weiſsbiers, und hatte bis dahin täglich 4 Klaftern Fichtenholz zur Feuerung gebraucht. Nachdem ich deſſen Feuerſtätte verbeſſert, und ihn mit einem höl-

*) 100 baierſche Zolle ſind gleich 95¾ engl. Zollen.

ſernen Deckel verſehn hatte, brauchte er nicht einmahl mehr 1½ Klafter Fichtenholz täglich.

In dieſer neuen Feuerſtätte iſt die Höhlung unter dem Braukeſſel mittelſt dünner Wände von Backſteinen in drei Feuergänge, oder Röhren, (*flues,*) abgetheilt, die nach der Länge des Keſſels fortlaufen. In dem mittelſten Feuergange, der doppelt ſo weit iſt als die beiden andern, brennt das Brennmaterial auf einem 20 Zoll breiten und 36 Zoll langen Roſte. Der Zugang zu dieſer Feuerſtätte, durch welchen das Holz hineingelegt wird, iſt mit zwei eiſernen Thüren, die 8 Zoll von einander abſtehn, verſchloſſen. An der vordern Seite befindet ſich, ungefähr 20 Zoll unter dem Boden des Keſſels, der horizontale Roſt, und die zur Unterhaltung des Feuers nöthige Luft ſtrömt unterhalb des Roſtes durch das Regiſter der Aſchenloch-Thüre hinein.

Wenn die Thüre der Feuerſtätte verſchloſſen iſt, ſo ſteigt die Flamme zuerſt ſenkrecht gegen den Boden des Keſſels, dann ſtreicht ſie horizontal bis zum Ende des mittelſten Ganges. Hier ſpaltet ſie ſich, kehrt in den beiden Seitengängen zurück, ſteigt dann zu zwei andern horizontalen Feuergängen, die über den vorhergehenden ſtehn und den Keſſel rings umlaufen, und erſt nachdem ſie in ihnen den Keſſel rings umſtrichen hat, geht ſie durch beſondere Kanäle, die mit Klappen verſehn ſind, in den Rauchfang. Die Zeichnungen auf Taf. VI können zur Erläuterung dieſer Einrichtung dienen, ſtellen ſie gleich eine etwas andere Einrichtung der Feuerſtätte vor.

Um das Brennen des Feuers in der verſchloſsnen Feuerſtätte beobachten zu können, lieſs ich neben der Thüre eine koniſche, nach innen ſich erweiternde Oeffnung in die vordere Wand der Feuerſtätte brechen, und darin eine 6 Zoll weite und etwa 4 Zoll lange kupferne Röhre befeſtigen, in die eine andere kurze bewegliche Röhre mit einem Glaſe paſste. Ein ſolches Fenſter iſt auch bei der in Fig. 3 und 4 dargeſtellten Feuerſtätte zu ſehen, und mit einer punktirten Linie bezeichnet, (*c*, *d*.) Dieſe Vorkehrung verſchaffte mir nicht nur viel Vergnügen, ſondern auch groſsen Nutzen. Ich konnte dadurch die mancherlei Bewegungen der Flamme beobachten, und hieraus mit einiger Genauigkeit auf die verſchiedenen Wirkungen der veränderten Einrichtungen ſchlieſsen.

Der Rand des Keſſels iſt an vier ihn umgebende Eichenbalken genagelt, auf welchen ein flaches Doppeldach ruht, das, von leichtem Holze und ſo dicht als möglich verfertigt, dem Keſſel zur Decke dient. Aus dem Gipfel dieſes Dachs ſteigt eine offene, hölzerne, ungefähr 12 Zoll weite, mit einer hölzernen Klappe verſehene Röhre ſenkrecht in die Höhe, (*m*, Fig. 1,) die durch das Dach des Brauhauſes den Dampf in die freie Luft führt. — An der Seite des Dachs, wo der Meiſchbottig ſteht, und an der entgegengeſetzten, wo die Würze in die Kühlfäſſer läuft, ſind zwei groſse hölzerne Fallthüren angebracht, (*i* und *k*, Fig. 1,) die ſich durch Stricke, welche über Rollen laufen, aufziehn laſſen. Auch

befinden ſich im Dache zwei Glasfenſter, um die kochende Flüſſigkeit, ſobald der Dampf klar und unſichtbar wird, wie das wenige Minuten nach dem Anfange des Kochens zu geſchehn pflegt, durch ſie betrachten zu können. Will man dieſe Dachthüren oder Fenſter öffnen, ſo muſs man zuvor die Klappe der Dampfröhre aufmachen, weil man ſonſt Gefahr läuft, vom heraustretenden Dampfe verbrannt zu werden; iſt dagegen die Klappe offen, ſo ſtrömt kein Dampf zu den Thüren oder Fenſtern heraus, wenn man dieſe auch noch ſo weit öffnet. Eine ähnliche Vorſicht iſt nöthig, wenn man die Thüre der Feuerſtätte öffnen will, und die Klappen der Rauchkanäle nur wenig offen ſtehn; dieſe müſſen dann zuvor entweder ganz geöffnet, oder das Regiſter der Aſchenloch-Thüre muſs verſchloſſen werden.

Die Reſultate eines Verſuchs, den ich mit dieſem Braukeſſel anſtellte, kennt der Leſer ſchon aus der Probetabelle; (*Ann.*, IV, 97.) Ich theile ſie hier abermahls im Vergleiche mit dem Mittel aus zwei andern Verſuchen mit: *)

*) Doch ſtimmen nicht alle Zahlen in dieſer Tabelle unter Verſuch 27, mit denen in der Probetabelle, *Ann.*, IV, 97, überein. *d. H.*

	Verſuch 27	Verſuch 28
Quantität Waſſer im Keſſel	12508 Pf.	12508 Pf.
Temperatur deſſelben beim Einfüllen	60°	58°
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing	3 St. 40 Min.	3 St. 48 Min.
Bis dahin verbrauchtes Holz	800 Pf.	825 Pf.
Zeit des fortgeſetzten Kochens	2 St. 43 Min.	
Dazu verbrauchtes Holz	100 Pf.	
Art des Holzes	Fichten.	Fichten.
Genaueſte Reſultate.		
Quantität des *eiskalten* Waſſers, das durch ein Pfund Holz zum Kochen gebracht werden kann	12,06 Pf.	12,70 Pf.
Zeit, in welcher, dem Reſultate des Verſuchs zufolge, *eiskaltes* Waſſer, (zu München,) mit der gegebenen Portion Holz zum Kochen zu bringen iſt.	4 St. 20 Min.	4 St. 20 Min.
Quantität des kochend heiſsen Waſſers, das mit einem Pfunde Holz eine Stunde im Kochen erhalten werden kann.	339,80 Pf.	

Da bei dieſen Verſuchen 1 Pf. Holz kaum 13 Pf. eiskaltes Waſſer zum Kochen bringen konnte, und in den kleinen Kochgefäſsen 20 Pfund eiskaltes Waſſer mit derſelben Portion Holz kochend gemacht wurde, (*Ann.*, IV, 96, ff.;) ſo ſchien das entwe-

der ein Zeichen, daſs ſowohl der Braukeſſel als die Feuerſtätte ſich noch ſehr müſsten verbeſſern laſſen, oder daſs ich mich in der Vorausſetzung täuſchte, daſs, je gröſser der Kochbehälter iſt, auch die Erſparniſs des Brennmaterials deſto gröſser ſeyn müſſe. Da indeſs der Boden des Keſſels im Vergleiche mit dem Kupferbleche, woraus meine Küchengefäſse beſtanden, ſehr dick war, und darin die Urſache des groſsen Holzaufwandes mit liegen konnte, ſo benutzte ich die Gelegenheit, die ſich gerade fand, einen neuen verbeſſerten Braukeſſel verfertigen zu laſſen, mittelſt deſſen ich eine neue Thatſache in Rückſicht der Wärme kennen lernte, die von Wichtigkeit iſt.

Folgendes iſt die Beſchreibung dieſes *neuen Braukeſſels* und *ſeiner Feuerſtätte*, die nach meiner Angabe und unter meiner Aufſicht verfertigt und eingerichtet wurden, und die mit allen ihren Theilen in den Zeichnungen der Kupfertafel zu ſehen ſind.

Dieſer Keſſel iſt 12 baierſche Fuſs lang, 10 Fuſs breit und nur 2 Fuſs tief, und aus Blech verfertigt, das für ſeine Gröſse ungewöhnlich dünn, im Durchſchnitte nicht einmahl $\frac{1}{10}$ eines engliſchen Zolls dick iſt. Rechnet man die 64 Pfund ſchweren Nägel ab, womit die Bleche an einander befeſtigt ſind, ſo wiegt er zuſammen nicht mehr als 674 bair. Pfund, oder $834\frac{3}{4}$ Pfund Averdupois. Der obere Theil des Keſſels iſt mit einem Rahmen von Eichenbalken umge-

ben, (*a*, *b*, Fig. 1,) worauf das ſchon zuvor kurz beſchriebene Dach ſteht. Der Boden des Keſſels iſt flach und ruht horizontal auf den dünnen Scheidewänden, welche die drei Feuergänge, (Fig. 3,) bilden. Die Fugen, wo die Bleche zuſammen geſchlagen ſind, woraus der Boden beſteht, laufen über dieſe Wände hin, ausgenommen im mittelſten Gange, der zu breit iſt; daher hier die Bleche etwas ſtärker ſind, nämlich 0,118 engliſche Zoll. Zuſammen laufen 5 Gänge unter dem Boden des Keſſels weg. Der mittlere Gang, wo ſich die eigentliche Feuerſtätte befindet, iſt 44, und der eine Nebengang oben 20, der andere 19 Zoll breit, (unterhalb, wo die Wände an Stärke zunehmen, nur 13 Zoll,) und beide ſind 14½ Zoll tief. Die Wände dieſer Gänge werden durch die punktirten Linien in Fig. 1 dargeſtellt. Die Scheidewände des mittlern ſtehen von dem hintern Ende des Herdes um die Breite der ſchmalen Feuergänge ab, um der ſich theilenden Flamme den Durchzug in die Nebengänge zu öffnen. In den beiden innern Nebengängen kehrt die Flamme nach dem vordern, in den beiden äuſserſten wieder nach dem hintern Ende des Herdes zurück; ehe die Feuerſtätte geändert wurde, vereinigten ſich hier die beiden Theile der Flamme aufs neue in einem 7 Zoll breiten und 16 Zoll hohen Kanal, der ſie erſt rings um die Seiten herum, und dann in den Rauchfang leitete, wie man das in Fig. 4 ſieht. Der ganze Umlauf, den die Flamme auf dieſe Art machte, belief ſich über 70 Fuſs, und dieſes hielt

ich

ich für hinlänglich, damit ſie alle ihre Wärme dem Keſſel abtreten könne. *)

*) *Erklärung der Zeichnungen dieſes neuen Braukeſſels auf Taf. VI.* — Fig. 1 iſt ein *Aufriſs* der Feuerſtätte des Keſſels und ſeiner Bedachung von der vordern Seite geſehn; den Keſſel ſelbſt verbirgt das Mauerwerk. Die Zeichnung ſtellt die innere Thüre zur Feuerſtätte verſchloſſen, und, damit man ſie ſehn kann, die vordere Thüre aus ihren Angeln gehoben, dar. *A* und *B* ſind Gewölbe, die man in der Maſſe des Mauerwerks gemacht hat, theils um etwas an Ziegeln zu erſparen, theils um das nöthige Brenn-Material hineinlegen und ſo bei der Hand haben zu können. Die punktirten Linien zeigen die Scheidewände der Feuerſtätte und der Feuergänge; auch einen Durchſchnitt des Keſſels. Das kleine runde Loch, der Thüre der Feuerſtätte zur Linken, iſt ein Fenſter, wodurch man das Feuer in der Feuerſtätte beobachten kann. *a*, *b* ſtellt die hölzerne Einfaſſung des Keſſels vor; *c*, *d* eine auf beiden Seiten befindliche Plattform, worauf die Brauknechte ſtehn, wenn ſie die Keſſel ausleeren, oder ſonſt darin zu arbeiten haben; und *e f* eben ſo eine Plattform, 18 Zoll breit, beſtimmt, um von einer Seite des Keſſels zur andern gehn zu können, und die einen Fuſs höher als die beiden andern liegt, damit man zu den Oeffnungen der Feuergänge *g* und *h* hinzukommen könne. Dieſe Oeffnungen ſind mit doppelten Mauerwänden verſetzt, und werden nur geöffnet, wenn man die Feuergänge reinigen will.

Figur 2 iſt ein *ſenkrechter Längendurchſchnitt* durch die Mitte des Keſſels, der Feuerſtätte und

Hier folgen drei Verſuche, die ich den 10ten October 1796 mit dieſem neuen Keſſel anſtellte.

der Bedachung. *A* ſtellt das Aſchenloch vor, deſſen Thüre mit einem Regiſter verſehn iſt; *B* die Feuerſtätte und ihren ſchüſſelförmigen Roſt; und *C* die Oeffnung, durch die das Brennmaterial in die Feuerſtätte gelegt wird, mit ihren beiden Thüren. *D* iſt ein zur Erſparung der Ziegel leer gelaſsner Raum; *E* der Keſſel, *F* ſeine hölzerne Bedachung; *m* die mit einer Klappe verſehne Dampfröhre; *R*, *R* die ſenkrechte Mauer des Brauhauſes, an die das Mauerwerk des Keſſels ſich anlehnt; und *a*, *b* die hölzerne Einfaſſung, in der der Keſſel ruht. Man ſieht in dieſer Zeichnung ſehr deutlich die ganze Bauart und Einrichtung der Bedachung, ſo wie der Thüren und Fenſter in derſelben.

Figur 3 iſt ein *horizontaler Durchſchnitt der Feuerſtätte*, gerade unter dem Boden des Keſſels, da, wo er auf den Scheidewänden der Feuergänge ruht; und zwar ſtellt dieſer Durchſchnitt die Feuerſtätte ſo vor, wie ſie bald darauf abgeändert wurde, als man den Feuergang, der rund um die Auſsenſeite des Keſſels lief, zumauerte, und zeigt alſo die gegenwärtige Beſchaffenheit dieſer Feuerſtätte.

Die gekrümmten Pfeile zeigen den Lauf der Flamme in den Feuergängen unter dem Keſſel. *a*, *b* ſind die beiden Kanäle, (deren jeder mit einer Klappe verſehn iſt,) durch die der Rauch in den Schornſtein geht; *e*, *e*, *e*, *e*, *e*, *e* ſind ſechs kleine Communications-Löcher, durch die die Flamme aus den Feuergängen in dem hohlen Gange, der rund um die Auſsenſeite des Keſſels läuft, und der zuvor auch zu einem Feuergange gedient hatte,

Das Wetter war ſchön; das Barometer ſtand auf 28 engliſche Zoll und das Fahrenheitſche Thermometer auf 56°.

Verſuch 29.

Der Keſſel war 11′ 6,02″ lang, 9′ 7,783″ breit, und 2′ 0,205″ engliſche Maaſs tief. Wurde er bis an den Rand angefüllt, ſo gingen 14163 baierſche Pfund Waſſer, bei der Temperatur von 55°, hinein, das iſt, 17540 Pfund Averdupois oder 2099 Wein-Gallonen. Wirklich enthielt er zu Anfang der beiden Verſuche 8120 baierſche Pfund Waſſer, gleich 10056 Pfund Averdupois, oder beinahe 1204 Wein-Gallonen.

hineinſpielt; und *d*, *d*, *d*, *d* vier Oeffnungen, mittelſt deren man dieſen nun vermauerten Feuergang bei ſeiner erſten Einrichtung reinigen konnte. Die Thüren zur Feuerſtätte und das koniſche Loch in der Mauer, das zum Beobachtungsfenſter links neben der Thüre diente, ſind durch punktirte Linien angegeben; *ef* iſt die Stelle der innern Thüre.

Figur 4 ſtellt in einem horizontalen Durchſchnitte längs des Bodens des Feuerganges, in welchem die Flamme anfangs noch rund um den Keſſel circulirte, die erſte Einrichtung der Feuerſtätte vor.

Figur 5 iſt die vordere Anſicht der *Aſchenloch-Thüre* mit ihrem Regiſter. Dieſe Thüre wird, wie man in der Zeichnung ſehen kann, mit einer Klinke von ganz beſonderer Art zugeſchloſſen. Sie ſchlieſst an die vordere Kante ihrer Rahmen feſt an, aber nicht in ſie hinein; weshalb, ſagen die *Ann. der Phyſik*, III, 314. Graf *Rumford.*

Zur Feuerung diente Fichtenholz, das zuvor etwas war gedörrt worden, in 3 Fuſs 4¼ engliſche Zoll langen Scheiten.

Zeit.			Angelegtes Holz.		Temperatur des Waſſers im Keſſel.
Stunden.	Minuten.		Zahl der Scheite.	Gewicht.	Nach Fahrenheits Therm.
11	31	V. M.	10	50 Pf.	50°
—	45		15	25	54
12	0		5	25	64
—	10	N. M.	5	25	67
—	36		—	—	85
—	40		4	25	—
—	53		5	25	96
1	12		7	25	105
—	21		10	50	110
—	45		10	50	129
—	58		40	50	—
2	17		45	50	156
—	29		—	—	164
—	34		10	50	—
—	41		—	—	173
—	49		—	—	180
—	58		40	50	185
3	15		12	50	197
—	26		20	25	205
3	35		—	—	kochte das Waſſer
Zeit, 4 Stunden 4 Minuten.			Verbrauchtes Holz, 575 Pfund.		

Das kochende Waſſer wurde abgelaſſen und ſogleich kaltes Waſſer hineingefüllt.

Verſuch 30.

Zeit.			Quantität des angelegten Holzes.		Temperatur des Waſſers im Keſſel.
Stunden.	Minuten.		Anzahl der Scheite.	Gewicht.	Nach Fahrenheits Therm.
4	41	N. M.	40	50 Pf.	60°
—	50		40	50	72
5	4		10	50	86
—	16		10	50	99½
—	29		10	50	114
—	42		10	50	126
—	56		40	50	142
6	10		40	50	157
—	24		40	50	—
—	28		—	—	172
—	40		40	50	—
—	42½		—	—	185½
—	53		40	50	—
—	55		—	—	198
7	2		—	—	205
7	7		—	—	kochte das Waſſer
Zeit, 2 Stunden 26 Minuten.			Verbrauchtes Holz, 550 Pfund.		

Das kochende Waſſer wurde wieder abgelaſſen und der Keſſel ſogleich mit kaltem gefüllt, und zwar bei dieſem dritten Verſuche mit 11368 baierſchen Pfunden, das iſt, 14078 Pfund Averdupois oder 1685 Wein-Gallonen, Waſſer.

Verſuch 31.

Zeit.			Quantität des angelegten Holzes.		Temperatur des Waſſers im Keſſel.
Stunden.	Minuten.		Anzahl der Scheite.	Gewicht.	Nach Fahrenheits Therm.
8	51	N. M.	80	100 Pf.	65½°
9	7		40	50	79
—	21		40	50	90
—	44		40	50	107
—	57		40	50	118
10	14		40	50	130
—	28		40	50	140
—	45		40	50	155
11	—		40	50	165
—	15		40	50	175
—	30		40	50	182
—	45		40	50	200
11	58		—	—	kochte das Waſſer
Zeit, 3 Stunden 7 Minuten.			Verbrauchtes Holz, 650 Pfund.		

Reſultate dieſer drei Verſuche.

	Verſuch 29.	Verſuch 30.	Verſuch 31.
Quant. des Waſſers im Keſſel,	8120 Pf.	8120 Pf.	11368 Pf. (baierſche)
Temper. deſſelben beim Einfüllen —	50°	60°	65½°
Zeit, bis das Waſſer zu kochen anfing —	4 St. 4 Min.	2 St. 26 Min.	3 St. 7 Min.
Bis dahin verbrauchtes Fichtenholz	575 Pf.	550 Pf.	650 Pf. (baierſche)
Genaueſte Reſultate.			
Quantität des *eiskalten* Waſſers, die ein Pfund dieſes Holzes zum Kochen gebracht hatte,	12,54 Pf.	12,28 Pf.	14,59 Pf.
Die dazu in München erforderliche Zeit	4 St. 31 Min.	2 St. 59 Min.	3 St. 35 Min.

Wie viel ich durch die vorgenommenen Veränderungen an Zeit und Holz erſpart hatte, kann man aus folgender Vergleichung der Haupt-Reſultate der beiden Reihen von Verſuchen erſehen.

	Eiskaltes Waſſer, das von 1 Pfund Holz zum Kochen gebracht wurde.	Dazu erforderliche Zeit, aus dem Reſultate des Verſuchs berechnet.	
Erſte Reihe.			
In Verſuch 27	12,06 Pf.	4 St.	20 Min.
In Verſuch 28	12,70	4	20
Summe	24,76 Pf.	8 St.	40 Min.
Mittlere Zahl	12,38 Pf.	4 St.	20 Min.
Zweite Reihe.			
In Verſuch 29	12,54	4	31
In Verſuch 30	12,28	2	59
Summe	24,82 Pf.	7 St.	30 Min.
Mittlere Zahl	12,41 Pf.	3 St.	45 Min.

Dem Anſcheine nach weichen die Haupt-Reſultate dieſer zwei Reihen von Verſuchen ſehr wenig von einander ab; aber eben aus dieſem Umſtande will ich beweiſen, daſs der neue Keſſel mehr zur Holzerſparniſs eingerichtet iſt, als der alte.

Vergleicht man nämlich die Reſultate der Verſuche, welche in demſelben Keſſel mit verſchiedenen Quantitäten Waſſer angeſtellt ſind, ſo zeigt ſich, daſs der Holzbedarf in dem Verhältniſſe geringer iſt, als die Quantität des Waſſers gröſser wird. In Verſuch 23, wo 127 Pfund Waſſer genommen waren, konnte 1 Pfund Holz nicht mehr als 12,74 Pfund eiskaltes Waſſer kochend machen; in Verſuch 26 aber, wo in demſelben Keſſel viermahl mehr Waſſer, (508 Pfund,) enthalten waren, brachte 1 Pfund

Holz im Durchſchnitte 19,01 Pfund eiskalten Waſſers zum Kochen. Da nun die Waſſermenge in der erſten Verſuchreihe viel gröſser war, (12508 Pfund,) als in der zweiten Reihe, (8120 Pfund:) ſo iſt es klar, daſs, wenn die Oekonomie des Feuers in beiden Fällen gleich vollkommen geweſen wäre, die Erſparniſs der Feuerung da am gröſsten hätte ſeyn müſſen, wo die gröſste Quantität Waſſer genommen wurde, das iſt, in der erſten Reihe von Verſuchen, und da das nicht eintraf, ſo iſt es gewiſs, daſs der zweite Keſſel beſſer als der erſte zur Holzerſparniſs eingerichtet war.

Dieſe Vorzüglichkeit des neuen Keſſels wird durch das Reſultat des 31ſten Verſuchs, wo bei Vermehrung des Waſſers von 8120 zu 11368 Pfunden die Erſparniſs des Holzes ſo groſs iſt, auſser allen Zweifel geſetzt. Denn es war

	die Quantität des eiskalten Waſſers, die 1 Pfund Holz zum Kochen bringen konnte,	Die dazu erforderliche Zeit
in Verſuch 31 —	14,59 Pf.	3 St. 37 Min.
im Mittel aus Verſuch 27 und 28 —	12,38 Pf.	4 St. 20 Min.

Der Unterſchied des Holzbedarfs bei dieſen Verſuchen in beiden Keſſeln beträgt über 14 pro Cent, und würde noch gröſser geweſen ſeyn, wenn man ſich bei dem neuen Keſſel, um das Waſſer ins Ko-

chen zu bringen, mehr Zeit genommen hätte; denn alsdann kann man, iſt die Feuerſtätte ſonſt nur gut, denſelben Prozeſs ſtets mit wenigerm Holze ausrichten.

Durch dieſe Verſuche wird endlich mein tief eingewurzelter Irrthum widerlegt, daſs die mögliche Holzerſparniſs im Verhältniſſe deſto gröſser werden müſſe, *je gröſser die Quantität der zu erwärmenden Flüſſigkeit ſey*. Nur bei gewiſſen Quantitäten iſt dies wahr, nicht bei allen: und dieſer Vortheil hört auf, wenn die Quantität der zu kochenden Flüſſigkeit ein gewiſſes Maaſs überſteigt; denn dann wird wieder ein verhältniſsmäſsig gröſserer Holzaufwand, als bei kleinern Quantitäten der Flüſſigkeit nöthig.

Welche Gröſse ein Kochgefäſs haben muſs, um das Maximum der Holzerſparniſs zu geben, läſst ſich zwar nicht genau beſtimmen; doch glaube ich, daſs es nicht gröſser ſeyn muſs, als die Küchengefäſse, deren ich mich bei meinen Verſuchen, (*Ann.*, IV, 96,) bedient habe. Als Gründe für dieſe Vermuthung dienen mir die genaueſten Reſultate meiner vorigen Verſuche. Denn da die Feuerung, welche in dieſen Verſuchen aufgewandt wurde, ſich umgekehrt wie die Quantitäten des eiskalten Waſſers verhält, welches bei dem mittlern Luftdrucke auf die Meeresfläche durch 1 Pfund Holz hätte können zum Kochen gebracht werden; ſo verhalten

ſich dieſe Quantitäten des eiskalten Waſſers ſehr genau wie die Holzerſparniſs in den verſchiedenen Verſuchen. Die Holzerſparniſs beim Kochen der Flüſſigkeiten kann daher, *ſofern ſie ſich nach der Quantität der Flüſſigkeit richtet*, auf folgende Art durch ſie kurz ausgedrückt werden.

	Quantität des zum Kochen gebrachten Waſſers.		Grade der Feuerungserſparniſs.
in Verſuch 3 —	7,93	baierſche Pf.	6,68 Pf.
12 —	43,63		11,93
16 —	187		20,10
26 —	508		19,01
31 —	11368		14,59

Alles dieſes läſst ſich aus der Eigenſchaft der Flamme, der zu Folge ich ſie zu den Nichtleitern der Wärme zähle, erklären. Denn wenn die verſchiedenen Theilchen der Flamme nur allein den Körpern ihre Wärme mittheilen, mit denen ſie in wirkliche Berührung kommen; ſo richtet ſich die Quantität der durch ſie mitgetheilten Wärme *nicht nach ihrem Volumen*, (folglich auch nicht nach der Quantität des verbrauchten Holzes,) ſondern vielmehr *nach ihrer Oberfläche*. Da nun die Oberfläche der Flamme, bei übrigens gleichartigen Feuerſtätten, in der kleinern verhältniſsmäſsig gröſser iſt, als in der gröſsern Feuerſtätte, (denn die Oberflächen ähnlicher Körper verhalten ſich wie die *Qua-*

drate, der Inhalt wie die *Kubi* übereinſtimmender Seiten;) ſo iſt es offenbar, daſs dem Kochgefäſse verhältniſsmäſsig weniger Wärme, von der durch Verbrennung des Brenn-Materials erzeugten, mitgetheilt werden kann, wenn die Feuerſtätte und das Kochgefäſs groſs ſind, als wenn der Prozeſs mehr ins Kleine betrieben wird.

Indeſs ſind noch einige andere Umſtände in Betracht zu ziehen, wenn man die Wirkung beſtimmen will, welche die Gröſse der Feuerſtätte und der Gefäſse auf das Kochen hat. Beſonders gehört hierher das Verſchlucken der Wärme durch das Mauerwerk der Feuerſtätte, welches bei weiten Feuerſtätten geringer als bei engern iſt; doch läſst ſich ſchwerlich der Punkt beſtimmen, wenn dieſer Gewinn bei Erweiterung der Feuerſtätte den vorhin bemerkten Nachtheil gröſserer Feuerſtätten vergütet. Indeſs kann man immer die Güte der Feuerſtätte mit einem beträchtlichen Grade von Genauigkeit erfahren, wenn man durch ein Thermometer, das man in den Rauchfang hängt, die Wärme bemerkt, die mit dem Rauche davon geht, und ſo unwiederbringlich verloren iſt. Da es bekannt iſt, daſs der aus den verſchloſſenen Feuerſtätten ſehr groſser Kochgefäſse aufſteigende Rauch viel heiſser, als der Rauch aus kleinern Feuerſtätten iſt; ſo wundere ich mich, daſs ich nicht eher auf die Vermuthung gerieth, daſs in jenen der Wärmeverluſt gröſser als in dieſen ſeyn müſſe.

Nach den Veränderungen, die ich mit der Form und der Dicke des Metallbleches bei dem neuen Braukeſſel getroffen hatte, fand ſich zwar auch, bei mehrmahligem Brauen, die Holzerſparniſs gegen die vorige Einrichtung des Brauhauſes beſtätigt; doch war ſie von keiner verhältniſsmäſsigen Zeiterſparung begleitet. Darauf hatte ich bei dem neuen, ſo dünnen und flachen, Keſſel allerdings gehofft, doch ohne die Zeit mit in Ueberlegung zu ziehn, welche das Brenn-Material, das eine ſo groſse Quantität Waſſer zum Kochen bringen ſoll, braucht, um zu verbrennen. Da die Quantität der in irgend einer gegebenen Zeit erzeugten Wärme der Quantität des verbrannten Brenn-Materials gleich iſt, ſo muſs ſie ſehr von der Gröſse der Feuerſtätte abhängen. Soll man daher eine groſse Quantität irgend einer Flüſſigkeit *in einer ſehr kurzen Zeit* zum Kochen bringen; ſo muſs entweder die Feuerſtätte ſehr groſs ſeyn, oder man muſs zwei oder drei abgeſonderte Feuerſtätte unter dem Kochgefäſse anbringen, was wohl noch beſſer ſeyn möchte. Das Kochgefäſs ſelbſt muſs von groſsem Umfange und ſeicht ſeyn, damit eine groſse Anzahl abgeſonderter Feuergänge *unter ſeinem Boden* umherlaufen kann.

Das Verbrennen des Feuer-Materials läſst ſich indeſs auch in derſelben Feuerſtätte beträchtlich beſchleunigen, wenn man nur den Zug des Feuers vermehrt, und zu dem Ende entweder den Rauchfang höher anbringt, oder die in ihn hineingehende

Röhre erweitert, oder die Feuergänge verkürzt. Da der Braumeiſter, dem es nur darum zu thun war, ſein Tagewerk ſo geſchwind als möglich abzuthun, wünſchte, das Waſſer möchte im Keſſel ſchneller zum Kochen kommen; ſo erwählte ich das letztere Mittel, den Zug zu verſtärken, und lieſs die Kanäle, die auſserhalb um den Keſſel herumgehn, verſchlieſsen. Nach meiner Ueberzeugung vermehrten dieſe Seitengänge überdies nicht die Hitze der Flüſſigkeit im Keſſel, ſondern wirkten nur dadurch, daſs ſie das Entweichen derſelben auf den Seiten verhinderten, welchem auf eine andere leichtere Art eben ſo gut vorzubeugen war. Dieſe Meinung durch Verſuche zu prüfen, und den wahren Betrag der Wärme, welche die Seitenkanäle dem Keſſel mittheilten, zu beſtimmen, war daher mit eine Hauptabſicht bei den folgenden Verſuchen, aus deren Reſultat man ſehen wird, wie weit meine Vermuthungen gegründet waren.

Verſuch 32.

Der Feuergang, der rund um die äuſsere Seite des neuen Braukeſſels ging, wurde alſo verſchloſſen, und ſtatt deſſen wurden zwei Kanäle, (*a*, *b*, Fig. 3,) an den Enden der beiden äuſserſten Gänge, die noch unter den Boden des Keſſels treffen, angebracht und mit Klappen verſehn, um ſogleich den Rauch unterhalb des Keſſels weg in den Rauchfang zu leiten. Der vorige Verſuch, (31,) wurde nun mit der gröſsten Sorgfalt wiederhohlt, genau die-

ſelbe Quantität Waſſer, und in derſelben Temperatur eingefüllt, das Holz von demſelben Stoſse genommen und in denſelben Quantitäten und Zwiſchenräumen der Zeit in die Feuerſtätte gelegt, ſo daſs alle Umſtände dieſelben waren. Die Länge des Umgangs, den die Flamme und der Rauch, ehe er in den Rauchfang kam, machen muſsten, war nun um mehr als die Hälfte, (von 70 bis auf ungefähr 30 Fuſs,) verkürzt. Wie ſehr dadurch die Stärke des Zuges vermehrt war, zeigte ſich nicht nur aus dem auffallend ſchleunigern Verbrennen des Holzes, ſondern auch daraus, daſs vorhin, wenn man zu viel Holz auf einmahl in die Feuerſtätte legte, es nicht hell brannte, und Rauch und Flamme, ſelbſt wenn die Klappe in dem Rauchfange weit offen ſtand, oft zur Thür der Feuerſtätte hinausſchlugen, nun aber, nachdem der Seitengang verſchloſſen war, eine Ueberladung der Feuerſtätte mit Holz kaum möglich zu ſeyn ſchien, und dieſes immer mit der gröſsten Heftigkeit brannte. Damit indeſs der verſchloſſene Feuergang noch zu etwas nutzen möchte, hatte ich in der Scheidewand, die ihn von den Gängen unter dem Boden des Keſſels trennte, Oeffnungen *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, *c*, Fig. 3, von ungefähr 6 Zoll ins Gevierte anbringen laſſen, durch welche die Flamme hineintreten und ſich rings um die Seite des Keſſels verbreiten konnte; eine Vorkehrung, die ich bei allen Keſſeln anrathen möchte, da ſie das Entweichen der Wärme an den Seiten des Keſ-

ſels verhindert, überdies etwas zu deſſen Feuerung beiträgt und den Umlauf der Flamme nicht merklich aufhält.

Folgendes iſt eine vergleichende Ueberſicht beider Verſuche, deren Reſultate in verſchiedener Rückſicht ſehr intereſſant ſind.

Die Zeit iſt vom Anfange des Verſuchs gerechnet, und war in beiden Verſuchen dieſelbe; das eingefüllte Waſſer wog 11368 baierſche Pfund.

Zeit.		Angelegtes Holz.		Wärme des Waſſers im Keſſel.	
		Anzahl der Scheite.	Gewicht.	Verſuch 31, (bei offenem Seitengange.)	Verſuch 32, (bei verſchloſſenem Seitengange.)
St.	Min.				
—	—	80	100 Pf.	$65\frac{1}{2}$° Fahr.	$65\frac{1}{2}$° Fahr.
0	16	40	50	79	82
0	30	40	50	90	94
0	53	40	50	107	110
1	6	40	50	118	122
1	23	40	50	130	135
1	37	40	50	140	147
1	54	40	50	155	160
2	9	40	50	165	171
2	24	40	50	175	182
2	39	40	50	182	191
2	54	40	50	200	—
2	59	—	—	—	kochend
3	7	—	—	kochend	—

Aus der Vergleichung dieſer Reſultate ſieht man, daſs ich durch die Verſchlieſsung des Seitenganges

nichts in Rückſicht der Holzerſparniſs verloren hatte. Um auszumachen, wie viel ſich dadurch an Zeit gewinnen laſſe, wurde der folgende Verſuch angeſtellt, wobei, um das Verbrennen ſo viel als möglich zu beſchleunigen, die Feuerſtätte immer voll Holz gehalten, und das Regiſter der Aſchenthüre nebſt der Klappe im Rauchfange beſtändig ganz offen gelaſſen wurde.

Verſuch 33,
angeſtellt am 29ſten November 1796.

Der Keſſel wurde wiederum mit 11368 baierſchen Pfunden Waſſer in der Temperatur von 47° gefüllt, und mit mäſsig getrockneten, 3 Fuſs langen Scheiten von Fichtenholz, jedes ungefähr 1 Pfund ſchwer, geheizt. Das Barometer ſtand auf 26 Zoll 8,7 Linien Pariſer Maaſs, und Fahrenheits Thermometer auf 33°.

Zeit.	Angelegtes Holz.	Temperatur des Waſſers.
2 Uhr 0 Min. Ab.	100 Pf.	47°
14	100	58
34	100	88
51	100	100
3 9	100	123
25	100	144
39	100	151
4 0	100	—
10	—	200
17	—	kochend
verwendete Zeit, 2 Stunden 17 Min.	800 Pfund.	

In dem 32ſten Verſuche wurde dieſelbe Quantität Waſſer, aber bei der Temperatur von $65\frac{1}{2}°$, innerhalb 2 Stunden 59 Minuten, mit 625 Pfund deſſelben Holzes zum Kochen gebracht: hätte das Waſſer die Temperatur von $47°$ gehabt, wie in dieſem letztern Verſuche, (33,) ſo wären 705 Pfund, ſtatt 625 Pfund Holz, und ſtatt 2 Stunden 59 Minuten, 3 Stunden 22 Minuten Zeit nöthig geweſen. Um im jetzigen Verſuche ein Drittel an Zeit zu erſparen, muſste alſo ungefähr ein Achtel mehr Holz verbrannt werden. In einigen Fällen iſt es vortheilhaft, Zeit, in andern, Holz zu erſparen; und es iſt daher gut, wenn man den Prozeſs nach Erforderniſs der Umſtände einrichten kann.

Vergleicht man die Menge der in Verſuch 32 und 33 wirklich erzeugten Wärme, die der Quantität des verbrannten Holzes entſpricht, mit der dem Waſſer dadurch mitgetheilten Wärmemenge, ſo zeigt ſich dadurch recht ſichtlich, wie viel Wärme noch in der Flamme und dem Rauche zurückbleibt, nachdem ſie die langen Gänge unter dem dünnen Boden des mit kaltem Waſſer gefüllten Keſſels durchſtrichen haben, und wie ſchwer daher dieſe heiſsen Dämpfe die Wärme fahren laſſen; ein Umſtand, den man bei der Holzerſparniſs nicht vergeſſen darf.

Ich habe mich bei dieſen mit Sorgfalt angeſtellten Verſuchen mit Braukeſſeln ſo lange verweilt, weil man noch keine ähnlichen Verſuche über das Kochen ſo groſser Waſſermaſſen hat. Um auch für

Gegenden, wo *Steinkohlen* und *Torf* das gewöhnliche Brenn-Material ſind, meine Angaben brauchbar zu machen, beabſichtigte ich eine Reihe von Verſuchen über die verhältniſsmäſsige Wärmemenge, welche man aus allen Arten von Brenn-Materialien erhalten kann. Schon war manches dazu in Stand geſetzt, doch habe ich bis jetzt nicht die gehörige Muſse erhalten können. Das genügendſte, was ich hierüber weiſs, iſt: daſs, den Verſuchen Lavoiſier's zufolge, gleiche Waſſermaſſen bei gleicher Oberfläche verdampft werden, von 403 Pfund *Coaks*, 600 Pfund *Steinkohlen*, 600 Pfund *Holzkohlen* und 1089 Pfund Eichenholz, und daſs alſo dieſe Quantitäten von Brenn-Material, (oder 17 Maaſs Coaks, 10 M. Steinkohlen, 40 M. Holzkohlen und 33 M. Eichenholz,) gleich viel Wärme erzeugen. Nehmen wir daher an, daſs 1 Pfund Fichtenholz und Eichenholz gleich viel Wärme im Verbrennen geben; ſo kann man aus dieſer Berechnung leicht die Quantitäten der Kohlen beſtimmen, die ich zu meinen Verſuchen würde gebraucht haben.

Beim 31ſten Verſuche waren 11368 Pfund Waſſer von $65\frac{1}{2}°$ Wärme mit 650 Pfund Fichtenholz zum Kochen, oder, (da das Queckſilber im Barometer damahls auf 28 engliſche Zoll ſtand,) bis auf $209\frac{1}{2}°$ Wärme gebracht, und alſo die Temperatur deſſelben um 144 Grad erhöhet worden. In London oder einem andern Orte im Niveau der Meeresfläche hätte das Waſſer, um zu kochen, bis

zu 212° erwärmt, alſo die Temperatur deſſelben um $146\frac{1}{2}$° erhöhet werden müſſen, wozu, ſtatt 650 Pfund, $661\frac{1}{2}$ Pfund Holz oder $363\frac{1}{2}$ Pfund Steinkohlen nöthig geweſen wären. Nach den Reſultaten des 20ſten Verſuchs zu rechnen, (wo unter dem mittlern Luftdrucke an der Meeresfläche $20\frac{1}{10}$ Pfund eiskaltes Waſſer mit 1 Pfund Fichtenholz wäre zum Kochen gebracht worden,) müſste 1 Pfund Steinkohlen $36\frac{3}{10}$ Pfund eiskaltes Waſſer zum Kochen zu bringen vermögen; und da, nach den ſorgfältigen Verſuchen des Herrn Watt, beinahe $5\frac{1}{4}$ mahl ſo viel Wärme, als das Kochen erfordert, nöthig iſt, um die kochende Waſſermaſſe gänzlich zu verdampfen, ſo würde 1 Pfund Steinkohlen hinreichen, um beinahe 7 Pfund kochendes Waſſer in Dampf zu verwandeln.

Wie weit dieſe Berechnungen mit den Erfahrungen bei *Dampfmaſchinen* übereinſtimmen, weiſs ich nicht. Doch habe ich guten Grund, zu glauben, daſs der Aufwand des Brenn-Materials bei dieſen Maſchinen ſich ſehr vermindern lieſse, wenn der Keſſel und deſſen Feuerſtätte nach den beſten Grundſätzen der Feuer-Oekonomie eingerichtet und das Feuer gehörig geſpart würde.

Aus der Vergleichung meiner bisherigen Verſuche laſſen ſich die Fortſchritte erſehen, die ich in der Erſparung der Wärme bei den verſchiedenen Veränderungen der Feuerſtätte gemacht habe.

In Verſuch 4 lieſsen ſich mit 1 Pfund Holz nur 1,11 Pfund, in Verſuch 20 hingegen $20\frac{1}{18}$ Pfund eiskaltes Waſſer zum Kochen bringen. Mithin *gingen* im erſten Verſuche $\frac{17}{18}$ der nachmahls erſparten *Wärme verloren.* Gewiſs war alſo meine frühere Behauptung: daſs $\frac{7}{8}$ der erzeugten Wärme bei den meiſten Feuerungen verloren gehe, (*Ann.*, III, 352,) nicht übertrieben.

Dr. Crawford fand durch einen Verſuch, der mit vielem Scharfſinne ausgedacht war, und, wie es ſcheint, mit der gröſsten Sorgfalt ausgeführt wurde, daſs die aus 30 Gran Holzkohlen erzeugte Wärme die Temperatur von 31 Pfund 7 Unzen Troy-Gewicht = 181920 Gran Waſſer, um $1\frac{71}{100}$ Grad des Fahrenheitſchen Thermometers erhöhete, wenn nichts von der erzeugten Wärme entweichen konnte. Folglich würden 3158 Gran Holzkohle dieſe Waſſermenge um 180° erwärmen, und mithin die von 1 Pfund Holzkohle erzeugte Wärme 57,608 Pfund eiskaltes Waſſer zum Kochen bringen können. Da nun, nach Lavoiſier's Verſuchen, 1 Pfund Holzkohlen und 1,815 Pfund trockenes Eichenholz gleiche Wärme erzeugen; ſo würde, wenn nichts von der erzeugten Hitze verloren ginge, 1 Pfund Eichenholz 31,74 Pfund eiskaltes Waſſer um 180° erwärmen oder zum Kochen bringen. Da es nun ſehr wahrſcheinlich iſt, daſs Eichen- und Fichtenholz gleich viel Wärme geben, ſo läſst ſich hieraus *der wahre*

Verluſt der Wärme, ſowohl im 4ten als 20ſten Verſuche, *beſtimmen.*

In Verſuch 20 war ungefähr ein Drittel der erzeugten Wärme verloren gegangen, indem von der ganzen erzeugten Wärme nur $\frac{20,1}{31,74}$ zum Kochen des Waſſers verbraucht worden war. Doch glaube ich ſchwerlich, daſs man die Feuerungserſparniſs wird weiter treiben können. In Verſuch 4 war dagegen nur $\frac{1}{23}$ſtel der erzeugten Wärme genutzt worden. Zugleich erhellet hieraus, daſs in allen mit den Braukeſſeln ins Groſse getriebenen Verſuchen mehr als die Hälfte der erzeugten Wärme mit dem Rauche davon ging und alſo verloren war.

VI.

BESCHREIBUNG

der groſsen Electriſir-Maſchine des Herzogs Heinrich von Würtemberg *zu Walisfort,*

von

J. K. P. Grimm,
Profeſſor in Breslau.

Dieſe Electriſir-Maſchine iſt vom Herrn Mechanicus Klingert in Breslau verfertigt worden, und gehört dem Herzoge Heinrich von Würtemberg, deſſen ganzes phyſikaliſches Kabinet ſich jetzt zu *Walisfort* bei *Glatz* befindet. Da bei der Verfertigung derſelben die Teylerſche Electriſir-Maſchine, und zwar nach ihrer erſten Einrichtung, zum Muſter gewählt iſt; ſo habe ich nur nöthig, die Gröſse und Beſchaffenheit der weſentlichen Stücke dieſer Maſchine anzugeben, und in der Kürze diejenigen Verſuche anzuführen, welche die Wirkſamkeit derſelben beweiſen.

Die gläſerne Scheibe, deren Durchmeſſer fünf rheinländiſche Fuſs beträgt, muſs ſich ſowohl oben als auch unten bei dem Herumdrehen durch zwei Reibeküſſen bewegen, von welchen ein jedes $3\frac{1}{4}$ Zoll breit, und 1 Fuſs 2 Zoll lang iſt. In der Mitte der Glasſcheibe iſt auf eine jede Fläche derſelben eine hölzerne Scheibe, von 1 Fuſs $6\frac{1}{2}$ Zoll Durchmeſſer, angeküttet. Durch den Mittelpunkt der beiden

hölzernen und der gläſernen Scheibe geht die eiſerne Achſe, welche ſich auf der einen Seite in eine Glaskugel, und auf der andern in eine meſſingene endigt. Dieſe letztere vertritt zu gleicher Zeit die Einfaſſung einer maſſiven gläſernen Säule, welche eine Fortſetzung der Achſe ausmacht, 2½ Fuſs lang iſt, und mit derjenigen Vorrichtung in Verbindung ſich befindet, wo die Dreher ſtehen, um die Scheibe in Bewegung zu ſetzen. Die eiſerne Achſe ruhet auf 2 gläſernen Säulen, jede 3 Zoll im Diameter, und 3 Fuſs 4 Zoll lang.

Von jedem Reibungsorte 90 Grade entfernt, ſind zwei cylindriſche Saugſtücke angebracht, welche 1 Fuſs 5¼ Zoll Länge und 5 Zoll Durchmeſſer haben, und nach der Glasſcheibe zu mit einer ſilbernen Treſſe beſetzt ſind, deren Spitzen die electriſche Materie einſaugen und dem Conductor zuführen, in welchen die cylindriſchen Saugſtücke eingelöthet ſind.

Der meſſingene Conductor, dem van Marumſchen ganz ähnlich, beſteht aus 4 Röhren und 3 Kugeln. Die beiden Röhren, mit welchen die cylindriſchen Saugſtücke unter rechten Winkeln verbunden ſind, haben eine Länge von 2 Fuſs 6 Zoll, und einen Durchmeſſer von 5½ Zoll, und ſind am andern Ende in meſſingene Kugeln von 7 Zoll Durchmeſſer eingelöthet. Die beiden andern Röhren des Conductors, die gleichfalls an dieſe Kugeln, doch gegen einander geneigt, angelöthet ſind, haben 3 Fuſs Länge und 5½ Zoll Durchmeſſer, und endigen ſich

in eine meſſingene Kugel, deren Durchmeſſer 2 Fuſs beträgt und aus der, in abwärts gekehrter Richtung von der Scheibe, eine meſſingene, 5½ Zoll lang und 2½ Zoll dicke Röhre hinaus geht, die ſich in eine kleine Meſſingkugel von 4¾ Zoll Durchmeſſer endigt. *) Dieſer beſchriebene Conductor ruhet auf 3 gläſernen Iſolir-Säulen. Anfangs beſtanden dieſelben aus Säulen, welche 3 Fuſs 3½ Zoll lang und 3 Zoll dick waren. Da ſie aber nicht gehörig iſolirten, ſondern einen groſsen Theil electriſcher Materie ableiteten; ſo wurden auf dieſe Säulen noch andere, 1 Fuſs 3½ Zoll lang, aufgeſetzt. Das obere Ende derſelben endiget ſich in eine kugelförmige meſſingene Faſſung, deren Durchmeſſer 5⅓ Zoll beträgt. Zwiſchen der kurzen und der langen Iſolir-Säule befindet ſich eine hölzerne Kugel, die von einer gläſernen Kugel umgeben iſt. Der Durchmeſſer dieſer ganzen Kugel beträgt 6¾ Zoll. Dieſe gläſernen Iſolir-Säulen ſtehen von dem hölzernen Ge-

*) Noch ſollte an dieſe Kugel ein anderer meſſingener Conductor angeſetzt werden, der einen rheinländiſchen Fuſs weit und, (die Halbkugeln, in welche er ſich endiget, mitgerechnet,) 10 Fuſs 2 Zoll lang war, und auf 2 gläſernen Säulen ruhte. Nachdem man aber die ganze Maſchine aufgeſtellt hatte, machte man von dieſem Conductor keinen Gebrauch, weil man fand, daſs die Maſchine wirkſamer war, wenn ſie mit dieſem Conductor auſser Verbindung war geſetzt worden. *Grimm.*

ſtelle der Scheibe abgeſondert, und dieſes Geſtell ruht auf vier gläſernen Füſsen.

Da dieſe Electriſir-Maſchine, nachdem ſie vollendet war, nur noch kurze Zeit in Breslau blieb; ſo konnte man ſich in keine neuen Unterſuchungen einlaſſen, ſondern man muſste ſich begnügen, ſolche Experimente anzuſtellen, durch welche man die Wirkſamkeit der Maſchine kennen lernte. In dieſer Abſicht wurde eine Batterie von 25 Flaſchen, deren belegte Fläche 75 Quadrat-Fuſs betrug, herbeigeſchafft. *) Mehrere Tage experimentirte Hr. Klingert in Gegenwart einiger Sachverſtändigen und vieler Zuſchauer. Die vorzüglichſten Verſuche, welche die Wirkſamkeit der Maſchine beweiſen, waren folgende:

1. Der einfache Funke hatte die Dicke eines mittelmäſsigen Federkiels und eine Länge von 18 bis 20 Zoll.

2. Zwei Umdrehungen der Scheibe waren hinreichend, um eine Verſtärkungsflaſche gänzlich zu laden, deren belegte Fläche 3 Quadrat-Fuſs betrug.

3. Ein Eiſendraht, (von Nr. 9,) 4 Fuſs lang, wurde vermittelſt der Batterie in kleine glühende Kugeln geſchmolzen.

*) Dieſe Batterie hätte unſtreitig noch gröſser ſeyn können. Der Herzog Heinrich von Würtemberg hat auch für eine gröſsere Anzahl von Flaſchen geſorgt, von welchen zu *Walisfort*, dem eigentlichen Beſtimmungsorte dieſer Maſchine, Gebrauch gemacht werden ſoll. *Grimm.*

4. Silber, welches über Seide geſponnen iſt, Eiſendraht Nr. 9, beide 8 Zoll lang, Kupferdraht, Nr. 18, von 3 Zoll Länge, desgleichen auch dünne Streifchen von geſchlagenem Zinn und Blei, wurden durch die Entladung der Batterie verkalkt. Dieſer metalliſche Kalk ſetzte ſich auf das darunter liegende weiſse Papier an, und bildete dieſelben Figuren, welche man auf den Kupferplatten, die zur Beſchreibung der Teylerſchen Maſchine gehören, abgebildet findet.

5. Ein Cylinder von Birnbaum-Holz, deſſen Länge $2\frac{1}{2}$ Zoll und deſſen Durchmeſſer 2 Zoll betrug, wurde durch den Funken der Batterie zerſprengt. Dies erfolgte jedoch nur, wenn der Funke nach der Länge der Fibern durchgeleitet wurde. Befanden ſich aber dieſe Fibern in der Quere zwiſchen den Kugeln des Henlyſchen Ausladers, ſo erfolgte keine Zerſprengung des Cylinders, den einzigen Fall ausgenommen, wenn die Dicke des Cylinders nur $\frac{1}{2}$ Zoll betrug.

VII.

Ueber einige ſcheinbare Anomalien im ſpecifiſchen Gewichte der Verbindung verſchiedener Stoffe mit dem Waſſer,

von

J. H. Hassenfratz. *)

(Im Auszuge.)

Der Bürger Haſſenfratz beſtimmte in den folgenden Verſuchen, wie er ausdrücklich erklärt, das ſpecifiſche Gewicht der Körper, nach der in den *Annalen der Phyſik*, I, 425, **) beſchriebenen Methode, im Hombergſchen Areometer. Der *gebrannte Kalk*, deſſen er ſich bediente, variirte im ſpecifiſchen Gewichte zwiſchen 1,2647 und 1,5949, und der luftſaure, woraus er gebrannt war, zwiſchen 1,6542 und 2,3902, ſo daſs die Dichtigkeit des Kalkes beim Brennen abnimmt. Von einerlei Stück wurden ungleiche Mengen genommen, und es wurde ihnen Waſſer nach verſchiedenen Verhältniſſen zugeſetzt, wobei ſich viel Wärme entwickelte und ein Theil des Waſſers verflüchtigt wurde. Nachdem die chemiſche Vereinigung völlig zu Stande gebracht, die Erhitzung vorbei, das Ganze zur mittlern Temperatur zurückgekommen und vollkommen trocken war, wurde es gewogen,

*) *Annales de Chimie*, T. XXXI, p. 284 — 298.

**) *Annales de Chimie*, T. XXVIII, p. 9.

um aus der Vermehrung des Gewichts den Antheil Waſſer zu finden, der ſich mit dem Kalke chemiſch vereinigt hatte. Zuletzt wurde das ſpecifiſche Gewicht aller dieſer chemiſchen Verbindungen beſtimmt. Die, welche nur wenig Waſſer enthielten, waren im Zuſtande eines Steins geblieben; die, mit welchen ſich mehr Waſſer vereinigt hatte, in Staub zerfallen; und überhaupt hing der feſte oder erdige Zuſtand des Kalks von der Waſſermenge ab, die er gebunden enthielt.

Waſſer zu 10000 Theilen ätzenden gebrannten *Kalks* hinzugeſetzt.		Specifiſches Gewicht.		Unterſchiede.
Verſuch	Theile	Nach der Beobachtung.	Mittleres, berechnetes.	
1	0	1,5949	1,5949	0
	183	1,6137	1,5841	— 296
	1620	1,4877	1,5123	+ 246
	3355	0,7852	1,4449	+ 6597
2	0	1,4558	1,4558	0
	629	1,4819	1,4292	— 527
	1562	1,4737	1,3941	— 796
	2500	1,4060	1,3646	— 354
	5000	0,8983	1,3038	+ 4055
3	0	1,3715	1,3715	0
	312	1,4506	1,3602	— 904
	937	1,4781	1,3397	— 1384
	1875	0,9727	1,3128	+ 3401

Man ſieht aus dieſen Verſuchen, daſs bei den erſten Verbindungen des gebrannten Kalks mit wenig Waſſer die Dichtigkeit zunimmt, mithin gewiſs eine innige Vereinigung vor ſich geht, aus der ſich die groſse Menge von Wärmeſtoff, die ſich dabei ent-

wickelt, erklären zu laſſen ſcheint. Allein bei mehrerm Waſſer, welches zugeſetzt wird, dauert zwar die Erhitzung, und mithin die chemiſche Vereinigung fort, die Dichtigkeit nimmt aber ab. Fernere Verſuche belehrten mich, daſs, ſo lange der Kalk vom zugeſetzten Waſſer nicht berſtet, reiſst und ſich pulveriſirt, die Dichtigkeit im Verhältniſſe der zugeſetzten Waſſermenge zunimmt; manchmahl aber, nach Verhältniſs wie er zerfällt und ſich pulveriſirt, abnimmt, bis er, in ein feines Pulver verwandelt, ſpecifiſch leichter als Waſſer wird.

Völlig eben ſo behandelte ich *Alaun*, (ſchwefelſaure Kali-Thonerde,) die ich zuvor zu einem feinen Staube calcinirt hatte; auch ſie giebt eine Menge Wärme, wenn ſich das Waſſer mit ihr verbindet, und iſt ſie recht fein calcinirt, völlig ſo viel als der gebrannte Kalk. Der gepulverte *Salpeter*, (ſalpeterſaures Kali,) dagegen, mit dem ich die letzten Verſuche anſtellte, erkältete ſich beim Verbinden mit Waſſer:

Waſſer zu 1000 Theilen *calcinirten Alauns* hinzugeſetzt.	Specifiſches Gewicht beobachtet.	Specifiſches Gewicht berechnet.	Unterſchiede.
0 Theile	0,4229	0,4229	0
323	0,5531	0,6094	+ 563
404	1,1423	0,6558	— 4865
412	1,7165	0,6606	— 10559

Waſſer zu 1000 Theilen trockenen gepulverten *Salpeters* hinzugethan.	Specifiſches Gewicht beobachtet.	Specifiſches Gewicht berechnet.	Unterſchiede.
0	1,7269	1,7269	0
59	1,4654	1,6840	+ 2186
111	1,4402	1,6461	+ 2059
158	1,6415	1,6120	— 295
200	1,8677	1,5800	— 2877
238	1,8956	1,5539	— 3417
273	1,8905	1,5284	— 3621

Wir ſehen hier merkwürdige Abweichungen vom mittlern ſpecifiſchen Gewichte, indem der Kalk, ſtatt, wie der Alaun und Salpeter, im Anfange ein geringeres und nachher ein gröſseres ſpecifiſches Gewicht als das berechnete zu geben, im Gegentheile anfangs ein gröſseres, und erſt zuletzt ein geringeres, als das berechnete, giebt.

Dieſe Abweichungen laſſen ſich aus vier verſchiedenen Urſachen erklären. 1. Aus der Dichtigkeit dieſer Stoffe; 2. aus der Dichtigkeit des damit verbundenen Waſſers; 3. aus der Verwandtſchaft des Stoffs zu dem Waſſer; 4. aus der gröſsern und geringern Theilung der Verbindung. Von dieſen Urſachen ſind die beiden erſtern für eine und dieſelbe Sorte einer dieſer Stoffe beſtändig, die beiden letztern hingegen veränderlich. Die dritte vermehrt die Dichtigkeit der Verbindung; die vierte vermindert ſie, nach den davon gegebenen Bewei-

ſen. *) So lange daher dieſe letztere Urſache einen ſtärkern Einfluſs als jene dritte hat, vermindert ſich die Dichtigkeit; im entgegengeſetzten Falle vergröſsert ſie ſich.

Der *Kalk* war erſt ein einzelnes Stück, der gebrannte *Alaun* und der gepulverte *Salpeter* hingegen waren erſt gepulvert; jener zerfiel endlich bei der Verbindung mit Waſſer zu Pulver, dieſe hingegen verbanden ſich zu ganzen Stücken, es war daher jener Erfolg leicht vorauszubeſtimmen. Der Salpeter unterſcheidet ſich noch dadurch vom Kalke und vom Alaun, daſs das ſpecifiſche Gewicht bei letztern erſt gröſser, als das ſpecifiſche Gewicht der trockenen Subſtanz iſt, das ſpecifiſche Gewicht des Salpeters hingegen erſt kleiner wird, als das urſprüngliche, und nachher gröſser. Dies kommt daher, weil in den beiden erſten Fällen Wärmeſtoff frei, im Salpeter hingegen gebunden wird, folglich die Molekülen dort getrennt, hier einander genähert werden.

*) *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 396—411. *A.*

VIII.
ANMERKUNGEN
zu dem vorſtehenden Aufſatze des B.
Hassenfratz,

von

L. A. von Arnim.

Der Bürger Haſſenfratz ſcheint in dieſem Aufſatze ſchon vergeſſen zu haben, was er in der von ihm hier angeführten Abhandlung *) über den Einfluſs der Adhärenz auf die Beſtimmung des ſpecifiſchen Gewichts bewieſen zu haben glaubte: daſs die Theilung nur ſcheinbar bei der gewöhnlichen Art, ſpecifiſche Gewichte zu beſtimmen, dieſes vermindere; daſs hingegen bei der dort beſchriebenen und hier angewendeten Hombergſchen Art, die gröſsere oder geringere Theilung des Körpers keinen Einfluſs habe. Iſt dieſe Behauptung gegründet, ſo fällt zwar die hier gegebene Erklärung jener Erfahrungen weg, ſie werden aber dadurch noch merkwürdiger und verdienten wohl eine genaue prüfende Wiederholung. Die Erwärmung wird bei der Erklärung wohl nicht gebraucht werden können, in ſo fern die ſpecifiſchen Gewichte nicht während derſelben beſtimmt worden ſind; es iſt immer wahrſcheinlicher, daſs ſie Folge, als daſs ſie Urſache der Verdichtung, (Wärme-Capacitäts-Minderung,) ſey. Leicht mög-

*) *Annalen der Phyſik*, I. B., S. 411.

lich iſt es indeſſen, daſs ſich hier, wie Herr Profeſſor Schmidt *) ſehr überzeugend für die augenſcheinlich falſchen ſpecifiſchen Gewichtsangaben der Talkerde gezeigt hat, die Urſache des Irrthums in der eingeſchloſſenen Luft findet. Dies erklärt dann ſehr gut, warum das ſpecifiſche Gewicht der Stoffe ſo viel geringer ſchien, ſo lange ſie gepulvert waren.

Nicht ſo überzeugend ſind mir die Schlüſſe, die Herr Schmidt dort aus ſeinen Verſuchen der Haſſenfratziſchen Meinung über den Einfluſs der Adhärenz entgegengeſetzt. Der erſte und dritte ſeiner Verſuche ſind dazu beſtimmt, gegen Haſſenfratz zu beweiſen, daſs Stanniol ausgebreitet und ſo zuſammengeſchlagen, daſs er nur vom Waſſer in einer geringen Fläche berührt wird, gleiche ſpecifiſche Gewichte habe. Dieſe Verſuche ſcheinen aber mit den Haſſenfratziſchen nicht unter gleichen Bedingungen angeſtellt zu ſeyn; Haſſenfratz ließs ſeinen Stanniol durch ein Streckwerk zuſammendrücken, das Waſſer konnte daher nicht zwiſchen die Blätter dringen, oder höchſtens nur wenige trennen. Herr Schmidt hingegen faltete und preſste ihn nur ſo viel wie möglich zuſammen, und daſs dieſes nicht hinlänglich feſt geweſen ſeyn kann, beweiſt der 5te Gegenverſuch, wo der zuſammengeſchlagene Stanniol ganz aus einander getrieben war. Der 5te und 6te Verſuch ſprechen ſehr für Haſſenfratz, denn hier waren doch beide Stanniol-

*) *Annalen der Phyſik*, IV. Bd, S. 208.

ſtreifen zuſammengeſchlagen, *) beide wurden auf einerlei Art mit der Luftpumpe behandelt, und doch zeigte nur jener eine ſo beträchtliche Gewichtsverminderung, dieſer nur einen Unterſchied von einem Hunderttheile. Zur Ueberſicht ſetze ich die Verſuche Haſſenfratz's mit Stanniol noch einmahl hierher. **)

Specifiſches Gewicht.	Verſ. 1.	Verſuch 2.	Verſ. 3.
Als die Blätter zwiſchen den Walzen eines Streckwerks zuſammengepreſst waren,	5,744	wird vom Verf., nach der Bemerkung eines Freundes, verworfen, weil er die Blätter beim Auseinandernehmen und beim Eintragen aus einem Areomet. in das andere an die Luft gebracht hatte.	6,5752
im Homberg. Areometer.	(fehlt.)		7,3152
Als die Blätter unter dem Waſſer getrennt waren,	3,714		5,1134
im Homberg. Areometer.	(fehlt.)		7,3051
Als die Blätter unter Waſſer durch die Hand zuſammengedrückt wurden,	3,984		(fehlt.)
im Homberg. Areometer.	(fehlt.)		(fehlt.)

II. Schmidt's Frage, ob ſich nicht jene Unterſchiede aus der verminderten Beweglichkeit der Wage und aus der anhängenden Luft erklären laſ-

*) Herr Schmidt ſagt, der eine war bis auf ¼ Quadrat-Zoll zuſammengefaltet; vom andern, er ſey zuſammengerollt: es wäre daher vielleicht möglich, daſs doch noch eine Verſchiedenheit ſtatt gefunden habe.

**) Bei der Anordnung ihrer Reſultate in eine Tafel, *Annalen der Phyſik*, I, 517, iſt in der letzten Columne die vierte Zahl 5,113 um eine, und die unterſte um zwei Zeilen zu tief geſetzt worden.

ſen, möchte ich daher nicht bejahen, und bin des-halb noch immer geneigt, bis eine andere Erklärung ihre Stelle erſetzt, oder neue Verſuche die Haſſenfratziſchen widerlegen, die Adhärenz als Urſache der Erleichterung anzunehmen. H. Schmidt kömmt durch die Theorie auf ein ganz entgegengeſetztes Reſultat, daſs nämlich Adhärenz zwiſchen dem abzuwägenden Körper und dem Medio, worin er gewogen, wenn dieſes nicht verdichtet wird, gar keinen Einfluſs haben könne, daſs durch Verdichtung hingegen das relative Gewicht vermehrt werde. Den letztern Fall kann ich, als bloſse Annahme, hier übergehen. „Wenn ein Körper“, ſagt Herr Schmidt,*) „in eine Flüſſigkeit getaucht, benetzt aus derſelben wieder hervortritt, ſo ſagt man, er adhärire mit der Flüſſigkeit.“ Allein dieſes iſt wohl keine Beſtimmung des Sprachgebrauchs in ſeiner ganzen Allgemeinheit, da wir adhäriren auch da ſagen, wo keine Flüſſigkeit gegenwärtig iſt. Adhäſion nenne ich daher lieber jede Wirkung der Anziehung, in ſo fern dieſe in der Berührung zweier Materien wirkt. Da Anziehung aller Materie gemein und weſentlich iſt, ſo kommt ſie auch der Luft zu; auch die Luft adhärirt daher, wie es mir ſcheint, den Körpern, die ſie berührt; und da alle Anziehung gegenſeitig iſt, ſo iſt es einerlei, ob ich ſage, die Luft adhärirt dem Körper, oder dieſer Körper der Luft. Da ferner die Anziehung wegen des bekann-

*) *Annal. de Phyſ.*, IV, 197.

ten Geſetzes ihrer Wirkſamkeit für verſchiedene Entfernungen, in der Berührung am ſtärkſten iſt, ſo wird auch die Adhäſion jeder Kraft, welche beide Körper zu trennen ſtrebt, entgegenwirken; und überwindet ſie dieſe Kraft, ſo wird, wer eines von beiden, die Luft oder den Körper, unterſtützt, beide unterſtützen, ſo wie man gleich viel trägt, welche von zwei einander adhärirenden Platten man halten mag, und gleich viel, ob man den Magneten am daran hängenden Eiſen, oder das Eiſen an dem Magneten, woran es hängt, aufhebt. Um hier in Rückſicht des Körpers, der dem Waſſer oder der Luft adhärirt, zu entſcheiden, welcher von beiden, er oder die Luft, erleichtert wird, kömmt es darauf an, welcher von beiden unterſtützt wird. Da nun offenbar die Luft auf der Oberfläche, das Waſſer in dem Gefäſse, worin es eingeſchloſſen iſt, unterſtützt und getragen wird, ſo kann, wie es mir ſcheint, die bewegende Kraft des fallenden Körpers durch Adhäſion mit Luft oder Waſſer nur vermindert werden. Die Erfahrung muſs entſcheiden, ob dieſe Verminderung groſs genug iſt, einen wahrnehmbaren Theil derſelben aufzuheben. Findet es ſich, daſs ſie zu ſchwach iſt, um das wahrnehmbare Uebergewicht eines Körpers aufzuheben, ſo wird dieſer ſinken; mit ihm die adhärirende Luft, und dann wird die Adhäſion nur die beſchleunigende, keine bewegende Kraft vermindern.

Ich glaube durch dieſe Auseinanderſetzung dem Vorwurfe begegnet zu ſeyn, als wenn ich Cohäſion

der Lufttheilchen annähme, *) welches beides, wie ich ohne Einſchränkung zugeſtehe, der Natur jeder elaſtiſchen Flüſſigkeit widerſpricht. Ein zweiter Einwurf iſt, daſs man aus der Verwandtſchaft eines Körpers gegen den Sauerſtoff nicht gerade auf die Adhäſion des Körpers gegen die Luft ſchlieſsen dürfe. Ohne die Frage zu unterſuchen, ob die atmoſphäriſche Luft ein Gemiſch oder ein Gemenge aus Sauerſtoff und Stickſtoff in Gasgeſtalt ſey, ſcheint es mir hinlänglich, daſs man weiſs, Oehl habe bei dieſer Temperatur ſtärkere Wahlanziehung zum Sauerſtoffe, als das Papier, daſs beide hingegen mit dem Stickſtoffe unter dieſen Umſtänden keine Verbindung eingehen. Der Analogie mit allen bisherigen Erfahrungen von Morveau **) und Achard ***) gemäſs, wird dann auch

*) *Annalen der Phyſik*, IV, 201.

**) S. *Chymiſch-phyſiſche Schriften*, Berl. 1780, S. 334 bis 67. Herr Achard und Herr Morveau (a. a. O. S. 31,) vermuthen, das $b = \frac{1000 \,.\, m \,.\, d}{n \,.\, c}$, welches mit der Erfahrung, beſonders bei den Säuren, ſo übereinſtimmende Reſultate gab, werde durch die Figur der kleinſten Theile beſtimmt; wenn wir aber die Art, dieſes b zu beſtimmen, (aus d und c,) durch das kalihaltige Glas betrachten, ſo wird man ſich leicht überzeugen, daſs es durch chemiſche Anziehung beſtimmt wurde, da die Alkalien und Erden in derſelben Ordnung die Säuren anziehen.

***) Die Reihe der Adhärenzen zwiſchen Queckſilber und den Metallen folgt der Ordnung, wie ihr

hier dem chemiſch näher verwandten Stoffe ſtärkere Adhäſion zugeſchrieben werden müſſen. Das von Herrn Schmidt angeführte Beiſpiel der Stillung der Meereswellen durch Oehl ſpricht ſchwerlich dagegen, da, nach Achard's*) Verſuchen, das Oehl auch da gute Dienſte thut, wo die Bewegung des Waſſers nicht von der Luft herkömmt, und da auſserdem, bei genauerer Betrachtung der Umſtände,**) dieſe gröſsere Anziehung des Oehls zu der Luft als zu dem Waſſer, wodurch ſtatt der ganzen Waſſermaſſe nur eine dünne darauf ſchwimmende Oehllage vom Winde fortgetrieben wird, in manchen Fällen viel zur Hervorbringung jener Wirkung beiträgt. Doch kommen bei dieſer Erſcheinung noch manche andere Umſtände in Betrachtung, deren Auseinanderſetzung uns zu weit führen würde.

* * *

Ich glaube, es wird hier am rechten Orte ſeyn, einige *Verſuche über die Meinung* anzuführen, die, ſeit Weitbrecht,***) den *Muſſchenbroekſchen* ****) Verſuchen zuwider, von den geſchätzteſten Phyſi-

chemiſcher Verwandtſchaftsgrad. Morveau's Grundſätze der chemiſchen Affinität, S. 9.

*) *Sammlung phyſikal. Abhandl.*, Berl. 1784, S. 91.

**) Vergl. *Allgem. geogr. Ephemeriden*, II. B, S. 524, III. B., S. 244.

***) *Tent. theor. qua aſcenſus aquae in tubis capill. explicatur. Comment. Acad. Petrop.*, T. VIII, p. 261.

****) *Diſſert.*, Viennae 1756, p. 15 etc.

kern, wie Gehler,*) Funk,**) Gren,***) u. a., angenommen worden, *daſs bei dem Aufſteigen der Flüſſigkeiten in Haarröhrchen nur die Anziehung in der unmittelbaren Berührung wirkſam werde*, aber nicht auf eine angebliche Entfernung wirke, daſs daher die Länge der Haarröhren von keinem Einfluſſe ſey. Die Verſuche hierüber ſtellte ich mit aller Sorgfalt an, verkürzte nicht die Röhre durch tieferes Eintauchen in die Flüſſigkeit, (denn dann kömmt die Flüſſigkeit an Stellen von verſchiedenem Durchmeſſer und verſchiedener Dicke,) ſondern durch Abbrechen. Ihre Länge und den Stand der Flüſſigkeit trug ich durch einen Zirkel auf eine Skale.

Länge der Glasröhre.		Höhe des Waſſers darin.	
Zoll	Linien	Zoll	Linien
5	7	1	10,1
4	11	1	9,9
4	1	1	9,7
3	7	1	9,5
2	5	1	9,3
1	9	1	7,3

Länge der Glasröhre, in Linien.	Höhe des Waſſers darin, in Linien.
28	21,9
25	20,9
21,5	16,9
17	15,5
18,9	14,6
15	13,4
10,4	9

Dieſe Verſuche, ſo wie noch mehrere, die ich weglaſſe, da ſie weniger ganau angeſtellt waren, und daſſelbe Reſultat gaben, entſcheiden mich für die Meinung, daſs die Länge der Haarröhrchen auf den Stand der Flüſſigkeit einen merklichen Einfluſs hat.

*) *Phyſikal. Wörterbuch*, II. Th., S. 550.

**) *Comment. II de tubis capill.*, Lipſ. 1773, p. 24.

***) *Naturlehre*, §. 155 und §. 162.

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTER BAND, VIERTES STÜCK.

I.

VERSUCHE UND BEMERKUNGEN *über die Kraft des entzündeten Schieſspulvers,*

vom

Herrn Grafen von Rumford

in London.

(Beſchluſs, Annalen, IV, 257.)

Verſuche über die Expanſiv-Kraft des Pulverdampfs.

„Der Zweck, den ich bei folgender Reihe zuſammenhängender Verſuche vor Augen hatte, war: durch ſie zu einer Reihe von Thatſachen zu gelangen, aus denen ſich mit Sicherheit *erſtens* auf die Expanſiv-Kraft des elaſtiſchen Pulverdampfs in verſchiedenen Zuſtänden der Verdichtung, und auf das Geſetz, wonach dieſe Expanſiv-Kraft ſich mit der Dichtigkeit des Dampfes ändert, ſchlieſsen lieſse; und *zweitens* durch einen entſcheidenden Verſuch den höchſten Grad der Expanſiv-Kraft des Pulver-

dampfs, wo möglich, noch genauer, als mittelſt des zweiten vorläufigen Verſuchs zu beſtimmen.

Die Verſuche wurden unter meiner Direction von Herrn Reichenbach, Vorſteher des Künſtler-Corps beim baierſchen Militär, und vom Grafen Spreti, Premierlieutenant der Artillerie, die ſich darin ſchon geübt hatten, mit möglichſter Sorgfalt angeſtellt. Zwar verhinderte Kränklichkeit meine perſönliche Gegenwart; allein ich erhielt ſtündlichen Bericht, und ordnete alles an. Wegen der auſserordentlichen und ganz unerklärbaren Verſchiedenheit in den Reſultaten, nach Verſchiedenheit der Jahreszeit, hatte ich mir indeſs doch vorgenommen, dieſe intereſſanten und neuen Verſuche insgeſammt ſelbſt zu wiederholen, ehe ich ſie bekannt machte; allein Kränklichkeit und Geſchäfte verhinderten dieſes, und ich muſs dazu Andere auffordern, die ſich in einer günſtigen Lage befinden.

Zu den erſten 85 Verſuchen diente ein und derſelbe Lauf. Die Bohrung deſſelben war an der Mündung 0,25 Zoll weit, enthielt ſammt der Zündröhre, (den Raum für die Lederſcheibe abgerechnet,) einen Inhalt von 0,08974 Kubikzoll, nach der Schwere des Queckſilbers zu urtheilen, welches ihn füllte, *) und faſste folglich von dem

*) Er war daher nicht in ſeiner ganzen Ausdehnung gleich weit, da, wenn man den Inhalt durch die Länge dividirt, das einen Durchmeſſer von 0,2281 Zoll giebt. Allein das thut nichts zur Sache.

Pulver, woron ein wohlgeſchüttelter Kubikzoll 272,68 Gran Troy-Gewicht wog, völlig geladen 25,641 Gran deutſches Apotheker- oder $24\frac{1}{2}$ Gran Troy-Gewicht. Wenn man geringere Ladungen in Theilen dieſes Volums als Einheit ausdrückt, z. B. 1 Gran durch 0,039, ſo geben dieſe Zahlen zugleich die *relative Dichtigkeit* des erzeugten Pulverdampfs, in Beziehung auf die gröſstmögliche Dichtigkeit, als Einheit an, und erleichtern die Vergleichung.

Nur die kleinſten Ladungen ausgenommen, wurden zu Gewichten, deren Laſt den Lauf verſchlieſsen ſollte, Kanonen von verſchiedener Gröſse genommen, die man auf die ſtählerne Halbkugel mit ihrer Traube ſenkrecht ſetzte, ſo daſs ſich der Lauf noch mit Kugeln füllen, und dadurch ihre Schwere, den Umſtänden nach, verändern lieſs. Die Verſuche wurden ſchrittweiſe mit allen Ladungen, von Gran zu Gran, von 1 bis 18 Gran angeſtellt, und zwar ſo, daſs man das Gewicht ſo lange vermehrte oder verminderte, bis es endlich dem Pulverdampfe ſo ſtark widerſtand, daſs es zwar etwas gehoben, aber die Lederſcheibe nicht hinausgeſchleudert wurde. Dieſes zu finden, erforderte gewöhnlich 4 bis 8 Verſuche, deren Reſultate Graf Rumford in einer Tafel insgeſammt mittheilt, aus der ich hier jedoch nur die ausziehe, bei denen das Gewicht die gehörige Gröſse hatte, ſo daſs es zwar etwas, doch nicht bis zum Entwiſchen des Dampfs gehoben wurde. Denn nur dieſe Gewichte kön-

nen die *Expanſiv-Kraft* des erzeugten Pulverdampfs meſſen.

Da der Durchmeſſer der Mündung des kleinen Laufs genau $\frac{1}{4}$ Zoll, die Mündung alſo ſelbſt 0,049088 Quadratzoll betrug, ſo war der mittlere Luftdruck auf die Mündung 0,73631 Pfund Averdupois-Gewicht, indem er auf einen Quadratzoll ungefähr 15 ſolcher Pfunde beträgt. Das Gewicht der Kanone in Averdupois-Pfunden mit 0,73631 dividirt, giebt folglich, wie vielmahl ſtärker der Druck des Pulverdampfs, als der mittlere Luftdruck war, und dieſes ſteht in der letzten Columne.

Zeit, wenn der Verſuch angeſtellt wurde, 1793.		St.	Min.		Zuſtand der Luft. Thermometerſtand nach Fahrenh.	Zuſtand der Luft. Barometerſtand in engliſchen Zollen.	Pulverladung. Gran, Averdupois-Gewicht.	Pulverladung. in Theilen des Inhalts des Laufs.	Gewicht, welches den Pulverdampf eben zurückhielt, in Pfunden, Averd. Gew.	Expanſiv-Kraft des Pulverdampfs durch den mittlern Luftdruck gemeſſen. beobachtet.	Expanſiv-Kraft ... berechnet.
Febr.,	25ſten	4	—	A.	57°	28,37	1	0,039	57,4	77,86	76,8
	26ſten	10	—	M.	34	28,1	2	0,078	134,2	182,3	164,5
		4	—	A.	48	28,31	3	0,117	212,24	288,2	269,2
	27ſten	3	45	A.	50	28,36	4	0,156	281,57	382,4	393,6
	28ſten	3	45	A.	48	28,35	5	0,195	413,27	561,2	541,6
	25ſten	11	—	M.	37	28,56	6	0,234	504,8	685,6	717,8
März,	1ſten	3	30	A.	59	28,34	7	0,273	597,66	811,7	927,3
	2ten	9	30	M.	50	28,32	8	0,312	857,64	1164,8	1176,2
		10	30	—	50	28,32	9	0,351	1142,3	1551,3	1471,4
	5ten	9	—	—	32	28,2	10	0,390	1387,5	1884,3	1821,1
		10	45	—	32	28,2	11	0,429	1634	2219	2234,8
	6ten	11	30	—	36	28,34	12	0,460	1895,1	2573,7	2723,8
		4	—	A.	42	28,3	13	0,507	2422	3288,3	3300
	9ten	11	15	M.	43	28,31	14	0,546	2951	4008	3980
		0	15	A.	43	28,31	15	0,585	3477	4722,5	4783
April,	4ten	3	45	—	70	28,2	16	0,624	5220	7090	5727
	5ten	4	—	—	68	28,3	18	0,702	{8081 / 8700}	{10977 / 11815}	8140

Bei dieſem letztern Verſuche wurden von 18 Gran Ladung 8081 Pfund, mit einem heftigen Knalle, ſtärker als ein Musketen-Schuſs, gehoben, indeſs 17 Gran dieſes Gewicht nicht zu heben vermochten. Als es auf 8700 Pfund vermehrt wurde, borſt die Zündröhre, mit einem lauten Knalle, weshalb dieſe Verſuche beendigt werden muſsten.

Dieſe Verſuche ſchienen dem Grafen Rumford hinreichend, um über den einen Hauptpunkt, worauf es ihm bei dieſer Unterſuchung ankam, nämlich über das *Geſetz, nach welchem die Elaſticität des Pulverdampfs von der Dichtigkeit deſſelben abhängt*, Licht zu erhalten. So viel fällt aus ihnen in die Augen, daſs die Elaſticitäten in viel gröſserm Verhältniſſe als die Dichtigkeiten, und zwar nach einem variabeln ſteigenden Verhältniſſe zunehmen; ſo daſs, wenn man die Dichtigkeiten mit x, die Elaſticitäten mit y bezeichnet, nicht etwa y einer conſtanten, ſondern veränderlichen Potenzen von x proportional iſt. Graf Rumford glaubt aus ihnen noch weiter ſchlieſsen zu dürfen, daſs der veränderliche Exponent dieſer Potenz nie kleiner als 1 ſeyn könne, (beſonders weil y zugleich mit x verſchwindet,) und daſs daher die wahre Form der Abhängigkeit zwiſchen Elaſticität und Dichtigkeit des Pulverdampfs ſich folgendermaſsen ausdrücken laſſe, $y = x^{1 + z}$. Von vielen Wegen und Rechnungen, die er eingeſchlagen habe, um die Abhängigkeit zwiſchen x und z den Verſuchen möglichſt entſprechend zu beſtimmen, leiſte, behaup-

tet er, keine jenen Verſuchen ſo gut Genüge, als wenn man $z = \frac{4}{10000} \cdot x$ ſetzt; vorausgeſetzt, daſs die Dichtigkeiten x in ſolchen Theilen ausgedrückt werden, wovon 1000 auf die gröſstmögliche Dichtigkeit gehn, (wenn die Ladung die Kammer ganz anfüllt.) Iſt dieſes der Fall, ſo wäre $y = x^{1 + 0{,}0004 \cdot x}$ das allgemeine Geſetz, wonach die Elaſticität des Pulverdampfs, y, von der Dichtigkeit deſſelben, x, abhinge, dieſe in Tauſendtheilchen der gröſstmöglichen Dichtigkeit, und jene, (die Elaſticitäten y,) in Zahlen ausgedrückt, welche mit 1,841 multiplicirt, ſich auf den *mittlern Luftdruck* als Einheit beziehn, ſo wie mit 27,615 multiplicirt, den Druck des Pulverdampfs auf 1 *Quadratzoll* Fläche in Averdupois-Pfunden geben: oder es iſt nach der Rumfordſchen Formel die Elaſticität des Pulverdampfs, auf *den mittlern Luftdruck als Einheit bezogen*, $= 1{,}841 \cdot x^{1 + 0{,}0004 \cdot x}$.

Wegen der Richtigkeit dieſer Beſtimmung beruft ſich Graf Rumford auf die groſse Uebereinſtimmung der danach berechneten Elaſticitäten des Pulverdampfs bei den verſchiedenen Ladungen von 1 bis 18 Gran, mit den wirklich beobachteten bei den vorigen Verſuchen, wie ſie in der letzten Columne der obigen Tabelle neben einander geſetzt ſind. „Einige dieſer Verſuche," fügt er hinzu, „beſonders die, welche mit den ſtärkſten Pulverladungen angeſtellt wurden, ſcheinen zwar anzuzeigen, daſs die Exponenten z in der Formel

$y = x^{1+z}$, nicht mit x gleichförmig, ſondern nach viel ſtärkerm Verhältniſſe wachſen; aber bei weitem der gröſste Theil der Verſuche und mehrere Gründe, die in der Natur der Sache liegen, beſtätigen jene Vorausſetzung, worauf mein Geſetz für die Elaſticität des Pulverdampfs fuſst. Dieſes zeigt noch beſſer die geometriſche Conſtruction dieſes Geſetzes und obiger Verſuche, in Fig. 3, Taf. V. Hier ſind die den Ladungen entſprechenden Dichtigkeiten des Pulverdampfs als Abſciſſen auf *AB*, und die dazu gehörigen Elaſticitäten des Dampfs als ſenkrechte Ordinaten aufgetragen. Die punktirte krumme Linie *AC* iſt der Ort für die *beobachteten;* die ausgezogene *AD* für die nach Rumford's Formel *berechneten* Elaſticitäten; und die gerade Linie *AB* für die Elaſticitäten, wie ſie Robins beſtimmt, der annimmt, daſs ſie gleichförmig mit den Dichtigkeiten wachſen, und daſs die gröſste 1000mahl ſo groſs ſey, als der mittlere Luftdruck. *)

*) Für die Ladungen von 1 bis 15 Gran Pulver, oder von 0,039 bis 0,585 des Rauminhalts der Kammer, ſtimmt in der That das Rumfordſche Geſetz für die Abhängigkeit der Elaſticität des Pulverdampfs von deſſen Dichtigkeit, ſo gut mit der Erfahrung überein, daſs es ſich *innerhalb dieſer* Grenzen mit groſser Wahrſcheinlichkeit als das Wahre annehmen läſst. Allein über dieſe Grenzen hinaus weicht es für gröſsere Dichtigkeiten von der Erfahrung ſo ſchnell und zuſehends ab, daſs es hier keine

Es dauerte bis in den Juli, ehe die Verſuche fortgeſetzt werden konnten. Der Lauf war reparirt und gereinigt, dabei aber die Mündung deſſelben etwas erweitert worden, ſo daſs nun der Vierundzwanzigpfünder von 8081 Pfund, auf den Lauf einen Druck ausübte, der nicht mehr 10977, ſondern nur noch 9431 mahl ſo ſtark als der mittlere Luftdruck war. Dieſelben, welche die vorigen Verſuche gemacht hatten, ſtellten auch dieſe an; und da ſie in ihnen ſchon geübt waren, ſo ſieht Graf Rumford dieſe Verſuche als eben ſo zuverläſſig an, als wäre er bei ihnen gegenwärtig geweſen, ob er gleich damahls nicht in München war.

Gültigkeit mehr haben kann. Zur gröſstmöglichen Dichtigkeit $x = 1000$, würde danach eine gröſstmögliche Elaſticität gehören, welche nur 29178mahl ſo groſs als der mittlere Luftdruck wäre, indeſs Graf Rumford ſie in dieſem Falle auf mehr als 54752mahl ſo groſs als den mittlern Luftdruck, ſeinen vorläufigen Verſuchen gemäſs, fand, (*Ann.*, IV, 276, a.) Soll z dieſem Falle entſprechen, ſo müſste es $= 0{,}00049 \,.\, x$ ſeyn. Dieſes zeigt hinlänglich, daſs man mit einem ſo einfachen Geſetze nicht ausreicht, und daſs für gröſsere Dichtigkeiten wahrſcheinlich noch ein oder mehrere Glieder zu der Rumfordſchen Formel hinzu kommen müſſen, wenn man überhaupt dieſe Form der Abhängigkeit beibehalten will. Doch iſt es überhaupt wohl noch zu früh, an dieſes Geſetz zu denken, bevor man nicht die Anomalien in den gleich folgenden Verſuchen gehörig ins Helle gebracht hat. *d. H.*

Zeit, wenn der Verſuch angeſtellt wurde Jul. 1793. St. M.	Zuſtand der Luft.		Pulverladung.		Ein Gewicht von 8081 Pf. Av. d. P., das 9431-mahl ſo ſtark als der mittlere Luftdruck laſtete, wurde beim Verſuche
	Thermometerſtand. Fahr.	Barometerſtand. Engl. Zoll.	in Gran Av. d. Pois-Gew.	in Theilen des Inhalts des Laufs.	
1ſte 4 — A	88°	28,37	17	0,663	gehoben mit gewaltigem Knalle
4 30 —	—	—	17	0,663	bei allen 3 Ladungen gehoben, mit einem lauten Knalle
4 45 —	—	—	16	0,624	
5 — —	—	—	15	0,585	
5 30 —	—	—	12	0,468	nicht gehoben
6 — —	—	—	13	0,507	eben gehoben mit ſehr ſchwachem Knalle
2te 9 — M	71°	28,38	13	0,507	gehoben mit lautem Knalle
9 30 —	—	—	12	0,468	gehoben mit ſchwachem Knalle
10 — —	—	—	—	—	gehoben mit ſehr ſchwach. Knalle
10 30 —	80°	—	$11\frac{7}{8}$	0,463	*eben gehoben* ohne Knall
3te 10 — M	70°	28,55	12	0,468	nicht gehoben
10 30 —	—	—	13	0,507	nicht gehoben
11 — —	75°	—	14	0,546	eben gehoben mit ſchwach. Knalle
4te 9 — M	70°	28,56	14	0,546	nicht gehoben
9 30 —	—	—	14	0,546	nicht gehoben
10 — —	72°	—	15	0,585	gehoben mit ſchwachem Knalle
10 30 —	—	—	$15\frac{1}{2}$	0,605	gehoben mit ſchwachem Knalle
8te 9 — M	74°	28,42	$15\frac{1}{2}$	0,605	gehoben mit gewaltigem Knalle
9 30 —	—	—	13	0,507	gehoben mit ſtarkem Knalle
10 45 —	85°	—	12	0,468	eben gehoben mit ſchwach. Knalle
17te 9 0 M	75°	28,4	12	0,468	wie zuvor
9 45 —	—	—	12	0,468	nicht gehoben
10 30 —	—	—	$11\frac{1}{4}$	0,439	*eben gehoben* ohne Knall
11 — —	—	—	$11\frac{1}{4}$	0,439	wie zuvor.

Bei der vorigen Reihe von Verſuchen, welche in einer kälteren Jahreszeit angeſtellt wurden, wäre eine Ladung von etwa 17 Gran Pulver erfordert worden, um einen 9431mahl gröſsern Druck als den mittlern Luftdruck auszuüben. Bei dieſen Verſuchen in der heiſsen Jahrszeit übte unter günſtigen Umſtänden eine Ladung von 12 Gran, ja unter den günſtigſten eine Ladung von $11\frac{1}{4}$ Gran, dieſen Druck aus. *) Nun aber folgt aus dem im Herbſte 1792 angeſtellten Verſuche, wo, bei ganz gefülltem Laufe, der Lauf zerſprang, daſs damals, bei kaltem Wetter, der Druck der vollen Ladung 55000mahl ſo groſs, als der mittlere Luftdruck ſeyn muſste. Bei warmem Wetter wird dieſer Druck daher noch um ſehr vieles gröſser ſeyn. **)

*) Dieſe auſserordentliche Verſchiedenheit in der Kraft des Pulvers, wovon am 2ten bei 80° Wärme $11\frac{7}{8}$ Gran den Vierundzwanzigpfünder hoben, am 4ten bei 70° Wärme eine Ladung von 14 Gran ihn nicht hob, und am 17ten gar eine Ladung von $11\frac{1}{4}$ Gran ihn bei 75° Wärme hob; und die Umſtände, von der dieſe Verſchiedenheit abhängen, verdienten gewiſs gar ſehr genauere Unterſuchungen. *d. H.*

**) Da zu einer Ladung von 12 Gran eine Dichtigkeit x von 468 Tauſendtheilen der gröſstmöglichen gehört, ſo war, nach der Formel ($y = x^{1+0,004 \cdot x}$), für dieſen Fall $y = 468^{1,1872} = 1479,5$. Nun aber iſt die Expanſivkraft einer entzündeten Ladung, welche den Vierundzwanzigpfünder hob, 9431mahl ſo ſtark, als der mittlere Luftdruck; folglich

Verſuche über das allmählige Entzünden des Pulvers.

Vielleicht macht man mir, ſagt Graf Rumford, gegen dieſe Behauptungen über die Kraft des Schieſspulvers folgende Einwendung, die auf den erſten Anblick ſehr triftig ſcheint, ſich aber leicht heben läſst: „Wenn die Kraft des Schieſspulvers in der

war in dieſem Falle der für y gefundene Werth mit $\frac{9431}{1479,5}$, d. h. mit 6,3744, zu multipliciren, um die Elaſticität des Pulverdampfs im mittlern Drucke der Atmoſphäre als Einheit ausgedrückt zu haben. Da nun, wenn der Lauf voll Pulver iſt, nach Rumford's Formel $y = 1000^{1/4} = 15849$ iſt, und dieſes, mit jener Zahl multiplicirt, 101201 giebt; ſo muſs, ſchlieſst Graf Rumford, in der heiſsen Jahrszeit, bei günſtigen Umſtänden, der Druck einer vollen Ladung, (und mithin der anfängliche Druck in jedem Geſchütze,) wenigſtens 101201mahl ſtärker, als der mittlere Luftdruck ſeyn. Wie wir aber in der vorigen Anmerkung geſehn haben, bleibt Graf Rumford's Formel bei dieſen groſsen Dichtigkeiten beträchtlich unter der Wahrheit, und giebt bei voller Ladung ſtatt eines Drucks von 54752, nur einen von 29178 Atmoſphären; folglich würde die Kraft des Pulverdampfs in dieſem Verſuche vielmehr $\frac{54752}{29178} \cdot 101201$, d. i. 190922mahl höher als der mittlere Luftdruck zu ſchätzen ſeyn. Und das wäre noch nicht einmahl die gröſste Kraft des Pulvers, da in einem der Verſuche gar $11\frac{1}{4}$ Gran Ladung den Druck von 9431 Atmoſphären ausübte. *d. H.*

That ſo unglaublich groſs iſt, *wie kömmt es, daſs das Feuergewehr, das ſicher nicht darauf berechnet iſt, einer ſo erſtaunlichen Kraft zu widerſtehn, beim Gebrauche nicht allesſammt zerſpringt?*" Hierauf möchte ich mit einer andern Frage antworten, woher es nämlich gekommen ſey, daſs bei meinen Verſuchen ein Lauf, der im Verhältniſſe ſeiner Bohrung über 10mahl ſo ſtark, als das ſtärkſte Geſchütz war, durch die Kraft des Pulvers geſprengt wurde, wäre dieſe Kraft nicht bei weitem gröſser, als man bisher geglaubt hatte. Doch es iſt hierbei keine ſolche Ausflucht vonnöthen; ſondern jene Frage wird genugthuend beantwortet ſeyn, wenn ich zeigen kann, daſs ſich *das Schieſspulver viel langſamer, als man bisher glaubte, entzündet.*

Robins nimmt bei ſeiner Theorie der Artillerie an, daſs die geſammte Pulverladung nicht bloſs entzündet, ſondern auch ſchon verbrannt, und in einen elaſtiſchen Dampf verwandelt ſey, *bevor die Kugel merklich aus ihrer Stelle gerückt iſt.* Ich habe ſchon vorhin, (*Ann.*, IV, S. 279,) mehrere Gründe aufgeſtellt, warum ich zweifle, daſs, wenn gleich die *Entzündung* des Pulvers ſehr ſchnell geſchieht, doch die *Verbrennung* ſo *augenblicklich* vor ſich gehe, als man annimmt. Ich will nun noch mehrere Verſuche nachtragen, welche dieſe Sache auſser allen Zweifel ſetzen.

Es iſt eine bekannte Sache, daſs beim Abbrennen aller Feuergewehre, es ſey Kanonen, Mörſer oder Musketen, immer eine beträchtliche Menge

nicht verzehrter Pulverkörner mit hinaus geworfen wird; und, was beſonders merkwürdig iſt, dieſe nicht verzehrten Pulverkörner fahren nicht bloſs zur *Mündung*, ſondern auch zum *Zündloche* oder zur *Zündröhre* hinaus, obgleich durch dieſe das Feuer, das die Ladung entbrennt, hineinkömmt, wie das viele wiſſen, die das Unglück gehabt haben, mit dem Geſichte nahe beim Zündloche einer losgeſchoſſenen Flinte zu ſtehn.

Nun aber ſcheint es mir höchſt unwahrſcheinlich, wo nicht völlig unmöglich, daſs ein Pulverkorn, welches wirklich in der Pulverkammer, und ringsum mit Feuer umgeben iſt, *unentzündet* durch die Wirkung dieſes Feuers zur Zündröhre könnte hinausgetrieben werden. War aber das Korn wirklich beim Hinausfahren entzündet, und findet ſich doch *unverzehrt* in einiger Entfernung vom Geſchütze; ſo iſt, wie ich glaube, dieſes ein entſcheidender Beweis, daſs das Schieſspulver ſich lange ſo ſchnell nicht entzündet, als man allgemein glaubt, ja daſs, ſo unglaublich dieſes auch ſcheint, ein ringsum brennendes Pulverkörnchen, wenn es *mit einer ſehr groſsen Geſchwindigkeit* durch die kalte Luft getrieben wird, verlöſchen, und der Ueberreſt deſſelben unverändert, und noch eben ſo entzündlich als zuvor herabfallen könne. Dieſe ſonderbare Thatſache wurde durch folgenden Verſuch auſser allen Zweifel geſetzt.

Ich verſchaffte mir von einer Pulvermühle unweit München Pulver von einerlei Beſchaffenheit,

aber ſehr verſchieden gekörnt, einiges ſo fein wie das feinſte Pirſchpulver, anderes faſt ſo grob als Erbſen. Ferner ſpannte ich in 5 doppelte, mit Charnieren verſehene Rahmen, die ſich zuſammenklappen lieſsen, ſehr dünnes Papier, ſetzte dieſe Rahmen ſenkrecht und parallel in Entfernungen von 12 Zoll hinter einander, lud dann eine gewöhnliche Flinte mit jenem Pulver, bald mit, bald ohne Werk, und feuerte es gegen das vordere Papier ab, um daran die Wirkung und die Menge der nicht verzehrten Pulverkörner wahrzunehmen. Die Mündung des Flintenlaufs ſtand in einigen Verſuchen 8, in andern 10 oder 12 Fuſs vom vordern Papiere ab. Auch die Ladung wurde auf mannigfaltige Art abgeändert. Den intereſſanteſten Verſuch gab ein grobes Korn, das mit einer Menge feiner Körner losgeſchoſſen wurde. Dieſes grobe Korn erreichte jedesmahl das Papier, und, ob es gleich manchmahl bei der Exploſion in mehrere Stücke zertrümmert zu ſeyn ſchien, ſo erreichte es doch häufig das erſte Papier noch ganz, und ging manchmahl durch alle 5 Papiere durch, ohne zu zerfallen. Wurde es von einer ſtarken Ladung, und mithin ſehr geſchwind getrieben, ſo brannte es ſelten, wenn es das erſte Papier erreichte, wie daraus klar war, daſs es dieſes nicht in Brand ſteckte, (wie das zu andern Zeiten geſchah,) und es pflegte dann, nachdem es alle 5 Papiere durchbohrt hatte, in einem dahinterſtehenden Brette aus weichem Holze entweder ſelbſt zu ſtecken, oder dort Spuren gelaſſen zu haben,

daſs es dagegen getroffen und zerſtiebt ſey. Man fand die Stücke deſſelben häufig am Boden, und ſehr oft zeigte ihre Geſtalt, Gröſse und Ausſehen deutlich, daſs die kleine Pulverkugel gebrannt, und ihren Durchmeſſer dadurch vermindert hatte, ehe es in der kalten Luft verlöſcht war. Auch ſchienen die Löcher, die das Pulverkügelchen in die Papiere ſchlug, zu beweiſen, daſs es kleiner geworden ſey. Daſs ſie beim Losbrennen wirklich entzündet waren, daran läſst ſich kaum zweifeln; in einigen Verſuchen kamen ſie wirklich noch entzündet an die Papiere, und ſetzten ſie in Flammen; war die Ladung klein, ſo ſah man ſie in ihrem Fluge brennen, und dann blieb keine Spur derſelben ſichtlich. Manchmahl gingen ſie durch die vordern Papiere durch, ohne ſie in Flammen zu ſetzen, entzündeten eins oder mehrere der hintern, und ſchlugen dann in das Brett ein.

Dieſe Verſuche beweiſen zur Genüge, daſs das Pulver keinesweges ſo augenblicklich verzehrt wird, als man es ſich dachte. Noch mehr in die Augen fallend iſt indeſs folgender Verſuch. In den Lauf einer gewöhnlichen, unter einem Winkel von 45° geneigten Piſtole, wurde ein Stückchen rothglühendes Eiſen hinabgelaſſen. Als man darauf eins von den Pulverkörnern von der Gröſse einer Erbſe hinabrollen lieſs, wurde es entzündet, und durch den elaſtiſchen Dampf, der ſich dabei entwickelte, in die Luft hinaufgeworfen, wobei es einen ſchönen Lichtſtreifen hinter ſich lieſs, und gleich einem Stern-

Sternſchnupfen plötzlich verſchwand. Ich wiederhohlte dieſen ergötzenden Verſuch häufig, und mit Pulverkörnern von verſchiedener Gröſse. Sehr kleine waren mehrentheils verzehrt, ehe ſie aus dem Laufe hinauskamen; wurden ihrer aber mehrere zugleich in den Lauf hinabgelaſſen, ſo wurden gewöhnlich einige entflammt in die Luft hinausgeworfen.

Da es hauptſächlich an dieſem allmähligen Verzehren des entzündeten Pulvers liegt, warum man die auſserordentliche Kraft deſſelben bisher nicht gehörig wahrgenommen hat; ſo ſieht man, daſs das einfachſte Mittel, die Gewalt des Pulvers zu vermehren, darauf beruht, ein ſchnelleres Entzünden und Verbrennen der Pulverladung zu bewirken. Unter mehrern Wegen, auf denen dieſes zu bewerkſtelligen iſt, kenne ich keinen leichtern und wirkſamern, als die Ladung, mittelſt eines Schuſſes aus einem kleinen Feuergewehre, durch eine enge Oeffnung zu entzünden. Vor vier oder fünf Jahren lieſs ich eine ſolche Vorrichtung zum Abfeuern der Kanonen ausführen, und ſie wurde bei wiederhohlten Verſuchen nützlich, brauchbar und zuverläſſig befunden. Sie überhöbe uns, bei jedem Schuſſe Pulver auf die Pfanne zu ſchütten, auch der Zündröhren und der Lunten, und würde dadurch für See- und Landkriege von Nutzen ſeyn.

Eine zweite untrügliche Art, die Wirkung des Pulvers im Schieſsgewehre beträchtlich zu erhöhen, beſteht darin, die Gewehre ſo einzurichten, daſs die Kugel ihre Bohrung, wenigſtens an der Stelle,

wo ſie vor der Ladung feſt liegt, vollkommen ohne Lücken ausfüllte. Denn ſonſt entwiſcht nicht nur im Augenblicke des Entzündens eine Menge elaſtiſchen Pulverdampfs durch die Zwiſchenräume, ſondern, was noch ſchlimmer iſt, zugleich fliegt auch eine Menge noch unverzehrtes Pulver aus der Kammer mit hinaus, welches, ſo lange die Kugel im Laufe iſt, vor ihr abbrennt, und dadurch ihre Geſchwindigkeit mindert. In manchen Fällen geht dadurch unglaublich viel Kraft verloren, wie ſich das leicht durch Verſuche zeigen läſst.

Feuert man einmahl aus einer gewöhnlichen Piſtole eine loſe darin liegende Kugel mit einer ſo ſchwachen Ladung ab, daſs ſie in einem gewöhnlichen, 6 Fuſs entfernten Tannenbrette nicht einmahl ſtecken bleibt; ſo wird dieſelbe Kugel, wenn keine Oeffnung zwiſchen ihr und dem Laufe bleibt, mit derſelben Ladung aus derſelben Piſtole geſchoſſen, nicht bloſs durch das Tannenbrett durchſchlagen, ſondern noch in ein zweites dahinter liegendes eindringen. Dieſes habe ich oft verſucht.

Ich beſitze eine Flinte, aus der ich mit einer gewöhnlichen Flintenladung zwei Kugeln zugleich abſchieſsen, und beiden die Geſchwindigkeit geben kann, die eine einzige Kugel von einer gewöhnlichen Muskete mit derſelben Ladung erhält. Der ganze Vortheil beruht darauf, daſs der Lauf, da, wo er an die Pulverkammer anſchlieſst, ſich ſo verengert, daſs die hintere Kugel ihn ringsum genau ausfüllt, und darin feſt ſitzt, und daſs man zugleich

Mittel anwendet, alle Zwiſchenräume zwiſchen Lauf und Kugel zu verſtopfen.

Berechnung der Expanſiv-Kraft der Waſſerdämpfe im entzündeten Pulver.

Zum Beſchluſs füge ich noch *eine Berechnung* bei, aus der man ſehn kann, daſs, ſo ungeheuer auch die Kraft des Pulverdampfs iſt, ſie ſich doch vollkommen aus meiner Hypotheſe erklären läſst, nach der ſie einzig und allein *der Elaſticität der Waſſerdämpfe* zuzuſchreiben iſt. (*Annal.*, IV. 277.)

Man weiſs, beſonders mittelſt der ſehr gut durchgeführten Verſuche des Ritters von Betancourt, die 1790 in Paris bekannt gemacht wurden, daſs bei jeder Zunahme der Temperatur um 30° Fahr., vom Froſt- bis zum Siedepunkte, die Elaſticität der Waſſerdämpfe verdoppelt wird. Nun aber iſt ihre Expanſivkraft bei 212° nach Fahrenheit dem mittlern Luftdrucke gleich, und ich ſehe nicht ab, warum dieſes Geſetz nicht auch über den Siedepunkt hinaus gelten ſollte.*) Folglich müſste ſie bei 212° + 30° 2mahl, bei 212° + 2 . 30° 4mahl, und bei 212 + 30 . x Grad, 2^x mahl gröſser als der mittlere Luftdruck ſeyn. Das gäbe z. B. für Waſ-

*) Iſt dieſes gleich zweifelhaft, ſo erhellt aus des Grafen Berechnung doch wenigſtens ſo viel, daſs ſich die unglaubliche Kraft des entzündeten Pulvers völlig aus der Expanſiv-Kraft der im Entzünden ſich entwickelnden und ſtark erhitzten Waſſerdämpfe erklären laſſe. *d. H.*

ſerdämpfe, die bis 722° nach Fahrenheit, (= 212 + 17 . 30)° erhitzt würden, einen 2^{17} = 131072 mahl gröſsern Druck, als den mittlern Luftdruck.

Nun ſchmelzt das Schieſspulver bei ſeiner Entzündung Kupfer, das in kleinen Stücken darunter gemiſcht iſt; um Kupfer zu ſchmelzen, wird aber, wie bekannt, eine Hitze von 3807 Fahrenheitiſchen Graden, d. h. eine mehr als fünfmahl gröſsere Hitze, als die zum Beiſpiel angenommene von 722°, erfordert. Auch iſt dieſe letztere Hitze nur um 122° gröſser, als die Siedehitze des Queckſilbers und des Leinöhls, und noch um 355° kleiner, als die Hitze des am Tage roth glühenden Eiſens. Sicher findet alſo beim Entzünden des Pulverdampfs noch eine viel gröſsere Hitze als die angenommene ſtatt, ſo daſs die Waſſerdämpfe, die ſich in einem eingeſchloſſenen Raume aus dem entzündeten Pulver entwickeln, wahrſcheinlich einen Druck ausüben, der noch viel ſtärker als 131072mahl ſo groſs, als der mittlere Luftdruck iſt.

Nun wäre aber noch die Frage, ob im Pulver Waſſer genug vorhanden iſt, um die Pulverkammer im Augenblicke der Entzündung mit Waſſerdämpfen anzufüllen? Darauf läſst ſich jedoch leicht antworten. Das beſte Schieſspulver, dergleichen ich zu meinen Verſuchen brauchte, beſteht dem Gewichte nach aus 70 Theilen Salpeter, 18 Theilen Schwefel und 16 Theilen Holzkohle, enthält folglich in 100 Theilen, 67,1 Theil Salpeter, 17,3 Schwefel und 15,4 Kohlen. Nach Kirwan ſind aber in

100 Theilen Salpeter 7 Theile, mithin in 100 Theilen Pulver 4,711 Theile Kryſtalliſations-Waſſer. Da nun von gut geſchütteltem Pulver 1 Kubik-Zoll 253,175 Gran Troy-Gewicht wiegt, (S. 266, a;) ſo muſs 1 Kubik-Zoll vom trockenſten Pulver zum wenigſten 10,927 Gran Waſſer enthalten.

Aber auſser dieſem Kryſtalliſations-Waſſer im Salpeter enthält das Pulver in der Regel noch eine Menge Feuchtigkeit, die ſich daraus durch Abdampfung forttreiben läſst. Holzkohlen verſchlucken an der Luft faſt $\frac{1}{6}$ ihres Gewichts an Waſſer, und aus meinen Verſuchen, die ich mit Pulver anſtellte, das ich trocknete und dann wieder der Luft ausſetzte, habe ich Grund, zu ſchlieſsen, daſs die Kohle dieſe Eigenſchaft, Feuchtigkeit zu verſchlucken, im Pulver ungeſchwächt behält. Setzen wir indeſs auch nur $\frac{1}{8}$ verſchluckter Feuchtigkeit in der Kohle, ſo gäbe das auf 1 Kubik-Zoll Pulver 4,873 Gran Feuchtigkeit. Daſs dieſes ſicher nicht zu viel gerechnet iſt, beweiſt Graf Rumford dadurch, daſs 1160 Gran Pulver, mitten aus einem Haufen, der völlig trocken ſchien, genommen, und einer bis 200° erwärmten Luft ausgeſetzt, in 15 Minuten, 11 Gran an Gewicht verloren hatten. Der Kubik-Zoll Pulver hatte alſo ſchon 2,4 Gran Feuchtigkeit verloren, und doch enthielt er wahrſcheinlich noch mehr Feuchtigkeit, als die bereits verdünſtete.

Berechnen wir nun auch die Waſſermenge, welche, in Dampf verwandelt, beim mittlern Luftdru-

cke 1 Kubik-Zoll Raum einnehmen würde, ſo zeigt ſich, daſs ſowohl das Kryſtalliſations-Waſſer des Salpeters, als auch die wenige Feuchtigkeit im Pulver, hierzu mehr als hinreichen muſs. Denn iſt gleich die Dichtigkeit des Waſſerdampfs noch nicht ſo genau beſtimmt, als man wohl wünſchen könnte; ſo iſt doch ſo viel gewiſs, daſs er wenigſtens 2000mahl dünner als Waſſer iſt, wenn beide die Temperatur von 212° haben. Einige halten ihn für 10000mahl dünner als Waſſer, und mehrere Verſuche ſcheinen das zu beſtätigen; doch wollen wir lieber die Dichtigkeit deſſelben ſo hoch als möglich annehmen. Da nun 1 Kubik-Zoll Waſſer 253,175 Gran wiegt, ſo beträgt das Gewicht von 1 Kubik-Zoll Waſſerdampf bei einer Temperatur von 212°, höchſtens 0,1266 Gran, und mithin enthält 1 Kubik-Zoll Pulver 86-mahl mehr Kryſtalliſations-Waſſer und 38mahl mehr Feuchtigkeit, als nöthig iſt, um 1 Kubik-Zoll Waſſerdampf zu geben.

Gewiſs iſt alſo im Pulver viel mehr Waſſer vorhanden, als erfordert wird, um aus deſſen Verwandlung in Dampf die ungemeine Kraft des entzündeten Schieſspulvers ableiten zu können; ſelbſt dann, wenn auch während der Entzündung kein Waſſer durch Zuſammenſetzung entſteht. Ja die zu groſse Menge von Waſſer im Pulver iſt wahrſcheinlich der Wirkung nachtheilig; und dieſe würde vermuthlich viel gröſser ſeyn, könnte man dieſe Waſſermenge vermindern.

Man ſieht aus dieſer Berechnung, daſs das Schwierige bei meiner Erklärung nicht ſowohl darin beſteht, die Kraft, welche das Pulver wirklich ausübt, zu erklären, als vielmehr den Grund anzugeben, warum dieſe Kraft nicht noch viel gröſser iſt.*)

*) Bemerkungen über dieſe Berechnung und über die bisherigen Theorien des Schieſspulvers im Vergleiche mit der Rumfordſchen, verſpare ich für einen eignen Auſſatz im nächſten Stücke. *d. H.*

II.

BESCHREIBUNG
einer
neuen tragbaren Pulverprobe,
vom
Bürger Regnier. *)

Es giebt mehrere Vorrichtungen, um die Stärke des Pulvers zu prüfen, die zu bekannt ſind, um hier erſt beſchrieben zu werden. Verſuche im Groſsen ſind zwar ſtets die zuverläſſigſten, erfordern aber einen Apparat und Veranſtaltungen, die nicht jedem zu Gebote ſtehn; daher man ſich ſchon längſt einer kleinen, bequemern Pulverprobe, in Geſtalt einer Piſtole, bedient. Indem der Pulverdampf aus ihr herausfährt, treibt er ein kleines ge-

*) *Mémoires explicatifs du Dynamomètre et autres Machines inventées par le C.* Regnier. Paris. An 7, q. p. 36. Sie enthalten die Beſchreibung des Regnierſchen Dynamometers, (*Annalen der Phyſik*, II, 91,) einer Einrichtung für die Zündröhre in Flinten, wodurch ein willkührliches Losgehn verhindert wird, dieſer neuen Pulverprobe und einer Scheiben-Electriſir-Maſchine, die ſich durch die Geſtalt ihres Conductors beſonders auszeichnet, (einer ebenen Tafel mit dicken abgerundeten Rändern, an deren untere Seite eine belegte Glastafel befeſtigt iſt.) *d. H.*

zähntes oder abgedrehtes Rad, welches gegen eine Stahlfeder drückt, und nach der Stärke des Pulvers einen gröſsern oder kleinern Raum durchläuft. Dieſes Inſtrument iſt jedoch ſehr unvollkommen und gänzlich unbrauchbar, wenn es darauf ankommt, die Kraft einer gegebenen Pulverladung in Feuergewehren mit einiger Zuverläſſigkeit zu beſtimmen. Es hat eine willkührliche Graduirung, und ganz verſchiedene Frictionen, je nachdem die Stahlfeder ſtärker oder ſchwächer, und das Ganze rein und glatt oder geroſtet iſt.

Verſuche, die ich anſtellte, um dieſen Mängeln abzuhelfen, führten mich auf beſſere und genauere Vorrichtungen. Indem ich an der gewöhnlichen Stahlfederwage eine kleine Kanone aus Meſſing anbrachte, erhielt ich die Kraft des Pulverdampfs ſogleich in Gewichten ausgedrückt, und dadurch ein Mittel, dieſe Kraft im Vergleiche mit anderm Pulver zu ſchätzen. Dieſe Vorrichtung hat zugleich den Vortheil, daſs keine Friction ins Spiel kommt, daſs die Graduirung nicht willkührlich iſt, indem ſie durch die Gewichte beſtimmt wird, welche nöthig ſind, die Stahlfeder bis an die Theilſtriche zuſammenzudrücken, und daſs das Inſtrument ſich zugleich zum Abwägen von Maſſen, die innerhalb der Grenzen ſeiner Skale fallen, brauchen läſst.

Die wenige Mühe, die ich mir gab, das Inſtrument bekannt zu machen, und das gemeine

Vorurtheil zu Gunſten des Ausländiſchen, ſind Urſache, daſs man es für eine engliſche oder für eine deutſche Pulverprobe ausgab. Ich habe es in Bourgogne erfunden, wo man es zur Zeit der Akademie zu Dijon für die beſte Vorrichtung hielt, um im Kleinen die Stärke des Pulvers zu beſtimmen.

Die Abbildung dieſes Inſtruments ſieht man Tafel VII, Fig. 1. Die breite Stahlfeder *BAC* iſt in einen Winkel gebogen, durch den ein Band oder eine Schnur geht, an welcher das Inſtrument gehalten wird. An dem Schenkel rechts, iſt eine kleine Kanone aus Meſſing, *D*, welche genau 1 Gramm, (18,8 Grän altes Gewicht,) feines Kanonenpulver faſst, und zugleich der nach halben Kilogrammes, (1 Pfund altes Gewicht,) eingetheilte Limbus *E* befeſtigt. Er endigt ſich rechts in eine Schraube, welche der kleinen Kanone zum Schwanzſtücke dient, und bewegt ſich frei durch eine Oeffnung im linken Schenkel der Stahlfeder. In dieſen iſt der Arm *F* unbeweglich befeſtigt, der durch eine Oeffnung des erſten Schenkels der Feder geht, und ſich in eine Art von Haube endigt, welche die Mündung der kleinen Kanone genau verſchlieſst, und mit einer Kraft von 4 Kilogrammes dagegen gedrückt wird. Sie ſtellt das Projectil vor, *G* iſt ein harter Meſſingdraht, der an einem in den rechten Schenkel der Stahlfeder eingeſchrobenen Stücke feſt ſitzt, und auf dem ſich

die als Index dienende Tuch- oder Lederſcheibe verſchieben läſst.

Will man das Inſtrument brauchen, ſo drückt man die beiden Enden der Stahlfeder zuſammen, um den Hut von der Mündung der kleinen Kanone zu entfernen, füllt die Kanone mit Hülfe einer Karte oder eines Stücks Papiers genau mit Pulver, läſst dann den Hut ſanft gegen die Mündung ſich andrücken, die er vollkommen verſchlieſst, ohne daſs ein Pulverkorn zwiſchen beiden bleibt, und ſchiebt die zum Index dienende Tuch- oder Lederſcheibe hart an den Schenkel *B* der Stahlfeder an, welche den Arm des Huts trägt. Schüttet man dann Pulver in die kleine Zündpfanne, und brennt die Kanone, indeſs man ſie bei dem obern Bande hält, ab; ſo treibt der Pulverdampf durch ſeine Expanſiv-Kraft den Hut und den Schenkel *B* der Stahlfeder, an welchem er feſt ſitzt, vorwärts, die Kanone und den andern Schenkel *C*, der ſie trägt, zurück: und ſo wirkt die ganze Expanſiv-Kraft des Pulverdampfs, die beiden Schenkel der Stahlfeder zuſammenzudrücken. Dabei wird der kleine Index auf ſeinem Drahte zurückgeſchoben; er bleibt an dem Orte, bis wohin er geſchoben iſt, ſtehn; und aus der Gewichtszahl auf dem Limbus, bei welcher er ſteht, beurtheilt man die verhältniſsmäſsige Güte des Pulvers. Ein Stern auf dem Limbus bezeichnet die Stärke des Pulvers von mittlerer Güte.

Man ſieht leicht, daſs es hier keine Friction, auſser am Index giebt, und dieſe iſt für nichts zu rechnen. Wird in der Oeffnung am Ende des eingetheilten Bogens ein Haken, und in der Kreisöffnung hinter dem Hute ein Ring befeſtigt, ſo läſst ſich das Inſtrument als Wage brauchen, da die Eintheilungen halbe Kilogrammes, (Pfunde des alten Gewichts,) geben.

III.

VERSUCHE,

den Diamanten in Kohle zu verwandeln, und den Schwefel durch ihn zu entſäuern,

von

GUYTON. *)

(Eine Fortſetzung der Aufſätze in den *Annalen der Phyſik*, II, 387, und III, 65.)

Unter die Erfahrungen, welche gegen die Meinung zu ſtreiten ſcheinen, *daſs der Diamant reiner Kohlenſtoff ſey*, gehörte ganz beſonders der Umſtand, daſs *Schwefelſäure*, ſelbſt erhitzt, auf den Diamanten keine Wirkung zu äuſsern, und ſich durch ihn nicht zu entſäuern ſchien. Folgender Verſuch, der von Clouet und Hachette mit dem Scharfſinne und der ſkrupulöſen Genauigkeit, die wir an ihnen gewohnt ſind, angeſtellt wurde, (*qui a encore été ſuivie par les citogens Clouet et Hachette,*) hebt dieſe Schwierigkeit völlig. Zugleich entſpricht er meinem Wunſche nach einem Mittel, *den Diamanten*, wenigſtens theilweiſe, *in Kohle*, das heiſst, *in ſchwarzes Oxyde des Kohlenſtoffs*, (*oxyde noir de carbone,*) *verwandelt darzuſtellen*, bevor er ſich ſo ſtark mit Sauerſtoff geſchwängert hat, um als koh-

*) *Annales de Chimie*, Tom. XXXII, p. 62 — 66.

lenſaures Gas zu verfliegen; *) eine Reduction, welche den Ungläubigſten von meiner Theorie überzeugen muſs.

Man nahm einen rohen, kryſtalliſirten und recht durchſichtigen Diamanten, der 158 Milligrammes wog, legte ihn in eine kleine Kapſel aus Platina, unter eine Art von Gitter aus Platina-Draht, und umſchüttete ihn mit einer Miſchung aus 5 Grammes Thonerde und 15 Decigrammes Kalk. Der Platina-Draht diente, den Diamanten zu hindern, im geſchmolzenen Fluſſe in die Höhe zu ſchwimmen, und dann etwa an der Luft zu verbrennen; und der ganze Verſuch wurde angeſtellt, um zu ſehn, ob der glasartige Fluſs aus beiden Erden auf den Diamanten irgend eine Wirkung äuſsern würde. Durch einen unerwarteten Umſtand blieb dieſes unentſchieden, führte aber der Verſuch zu andern noch mehr belehrenden Reſultaten.

Die Thonerde war nämlich aus Alaun durch Ammoniak gefällt, und wiederholt ausgeſüſst worden, enthielt aber deſſen ungeachtet noch Schwefelſäure; eine Warnung für Chemiker, Thonerde nur dann für rein zu halten, wenn ſie nach der Fällung aus dem Alaun durch Salpeterſäure wieder aufgelöſt, durch ſalpeterſaure Schwererde gereinigt und von neuem präcipitirt, oder bis zur Trocknifs verdampft worden iſt. Die Anweſenheit der Schwefelſäure war nicht zu verkennen, als man,

*) *Annalen der Phyſik*, B. II, S. 400.

nachdem die Kapſel eine halbe Stunde lang im Feuer einer Eſſe mit 3 Gebläſen geſtanden hätte, ſtatt der Verglaſung eine graue, undurchſichtige Schwefelerde, (*ſulphure terreux,*) fand, die ſich gleich durch ihren Geruch verrieth, und bei den Proben, die wir damit anſtellten, alle Eigenſchaften einer Schwefelerde zeigte.

Die Tiegel, (d. h., die Platina-Kapſel, worin der Diamant lag, und der thönerne Tiegel, worein wir dieſe geſetzt hatten,) kamen ganz und wohlbehalten aus dem Feuer, und der Diamant hatte ſich nicht aus der Stelle bewegt. Er war an die untere Fläche der kleinen ſchwefelhaltigen Maſſe wie eingefaſst, unterſchied ſich aber von ihr durch ſeine Ecken und Seiten, und noch mehr durch ſeine ſchwarze Farbe, die er angenommen hatte. Als er losgemacht war, zeigte ſich, daſs dieſer ſchwarze Stoff bloſs die Oberfläche des Diamanten bedeckte, der übrigens in ſeinen Eigenſchaften, ſelbſt in ſeiner Härte, keine Veränderung gelitten hatte, und nach wie vor noch Glas ſchnitt. Sein Gewicht war aber um 58 Grammes, d. h., um mehr als ein Drittel, vermindert worden.

Hieraus kann man folgern: 1. Daſs ſich der *Schwefel*, gerade ſo wie die *Kohle*, vermittelſt des Diamanten entſäuern, (desoxydiren,) läſst, wofern nur die Säure, (*acide*,) in einer chemiſchen Verbindung zurückgehalten wird, welche die zur Säuerung des Kohlenſtoffs nöthige Temperatur auszuhalten vermag.

2. Daſs der *Diamant*, wenn man ihn unter Umſtände bringt, wo er den erſten Grad der Säuerung annimmt, ohne ſich ſogleich in Kohlenſäure zu verwandeln, ſich unter allen Merkmahlen des *Reiſsbleies*, ja ſelbſt der *Kohle*, darſtellen läſst. *)

*) In einer Bemerkung zu Guyton's Aufſätzen *über den Diamanten*, (*Annales de Chimie*, T. XXXII, p. 208 — 211,) verweiſt Fourcroy erſt auf dieſelbe ältere Erfahrung über die Wirkſamkeit des glühenden Eiſens auf Diamanten in Macquer's *chemiſchem Wörterbuche*, welche in den *Annalen der Phyſik*, B. III, S. 65 angeführt iſt, und fährt dann fort: „Schon Lavoiſier, der Erſte, der aus dem erhaltenen kohlenſauren Gas auf die Identität des Diamanten und des Kohlenſtoffs ſchloſs, bemerkte an ſeinen ſtark erhitzten Diamanten ſchwarze Flecke. Zwei kleine Diamanten, die ich 1782 in Kapellen unter Muffeln verbrannte, waren, als ich das Verbrennen unterbrach und ſie ſich abgekühlt hatten, ſchwarz, wie mit Ruſs überzogen, ſo daſs ſie ſelbſt beim Reiben auf einem Papiere eine leichte Spur davon hinterlieſsen. Es iſt in die Augen fallend, daſs dieſe ſchwarzen Flecken und der ruſsartige Ueberzug durch Oxydirung des Diamanten entſtehn, der dadurch in den Zuſtand der Kohle überzugehn ſcheint. Guyton hat der wichtigen Entdeckung, daſs der Diamant reiner und ſehr dichter Kohlenſtoff iſt, einigermaſsen das Siegel aufgedrückt. Das, was man allgemein unter dem Nahmen *Kohle* verſteht, iſt, wie wir nun wiſſen, in der That nur geſäuerter Kohlenſtoff, (*oxyde de carbone*,) dem faſt immer *Waſſerſtoff*, obſchon in ſehr verſchiedener Menge, beigemiſcht

gemiſcht und beigemengt iſt, und überdies noch alkaliſche oder erdige Salze, ja ſelbſt Waſſer ſchon völlig gebildet, nach Verſchiedenheit der organiſchen Stoffe, von denen die Kohle herrührt, und dem Prozeſſe, der Temperatur, der Geſtalt der Gefäſse u. ſ. w. beim Verkohlen."

Hier noch eine hierher gehörige Bemerkung meines Freundes, des Herrn von Arnim, *über die Farbe der Diamanten.* „Ich kenne keine Unterſuchung, durch welche die Urſache der verſchiedenen Farben der Diamanten, z. B. der nicht ſehr ſeltenen gelben, (etwa ein Metallgehalt?) angegeben würde. Sollten dieſe nicht von einer anfangenden Oxydation des Kohlenſtoffs entſtehen? Ein Verſuch des Herrn Berenard, (ſiehe v. Crell's *Beiträge*, III. B., S. 382,) in welchem durch ſtarkes Feuer ein weiſser Diamant gelb wurde, beſtätigt dieſe Vermuthung. Wer meine Bemerkungen über die chemiſche Natur der Magneten (*Annal.*, III, 48,) gebilligt hat, wird auch darin eine Beſtätigung finden, daſs, nach Brugmann's Beobachtung, die gelben Diamanten ſtärkern Magnetismus als die ungefärbten zeigen, (ſiehe Brugmann's *philoſophiſche Verſuche über die magnetiſche Materie*, S. 292.) Auch d'Arcet und Rouelle, (Rozier *Obſ.*, *Janv.* 1773, p. 17 bis 34, und von Crell's *neueſte Entdeckungen in der Chemie*, II. B., S. 155,) fanden, daſs ein Diamant im Feuer gelblich geworden war." *d. H.*

IV.

Die Wärme als Urſach des Leuchtens nach chemiſchen Erfahrungen betrachtet,

vom

Bürger Dizé. *)

Die Eigenſchaft vieler Körper, Wärme, und einer geringern Zahl, auch Licht hervorzubringen, ſind bekannt. Verſuche, die ich vor einigen Jahren über die Zerſetzung des Glauberſalzes, (ſchwefelſaures Natrum,) zum Behuf einer unweit Paris anzulegenden Fabrik, anſtellte, und die mir neue Erfahrungen über den Wärmeſtoff gaben, beſtimmten mich, über die Natur deſſelben weiter nachzudenken, und fürs erſte auf dem Wege der Erfahrung, dem einzigen ſichern, wo möglich auszumachen: *Ob der Wärmeſtoff verbunden oder iſolirt ſich von der Feuer- und Lichtmaterie unterſcheide?* Die Meinungen über dieſe Weſen, die eine ſo groſse Rolle in Phyſik und Chemie ſpielen, ſind ſo getheilt, daſs faſt jeder Naturkündiger eine eigne hat. Meine Erfahrungen

*) Zuſammengezogen, ohne eben etwas Weſentliches zu übergehen, aus dem *Journal de Phyſique*, T. VI, p. 177—200. Einige der hier angeführten Erfahrungen verdienen alle Aufmerkſamkeit; aber die daraus gezogenen Folgerungen möchten wohl nicht jedem bündig ſcheinen.

A.

werden darthun, daſs ſie ein und derſelbe Stoff ſind, nur unter verſchiednen Verhältniſſen betrachtet. Auch Lavoiſier behauptete dieſes, doch waren bisher noch nicht alle Zweifel dagegen durch entſcheidende Verſuche gehoben.

Die Beobachtung Mayer's, daſs *friſch gebrannter Kalk* beim Löſchen leuchte, wurde 1782 von Pelletier beſtätigt, und iſt ſeitdem allgemein bekannt. *Erfahrung* 1. Ich übergoſs gebrannten Kalk, der vor dem Verſuche noch eine Viertelſtunde lang in ſtarkem Feuer erhalten war, ſo daſs er roth ſchien, mit Waſſer, und man ſah, ſobald die Wärmeentwickelung anfing, glänzende Stellen. Soll der Verſuch gelingen, ſo muſs der Kalk gut gebrannt ſeyn, und das Waſſer allmählig immer ſchneller zugegoſſen werden, bis das Leuchten erfolgt. Mancher Kalk giebt dabei eine ſo ſtarke Wärme, daſs brennbare Sachen, mit denen ich ihn überſtreut hatte, verkohlt, manchmahl ſelbſt entzündet wurden.— *Erfahrung* 2 und 3. Mit concentrirter *Schwefelſäure* übergoſſen, gab der gebrannte, vor dem Verſuche geglühte, und nur grob geſtoſsne *Kalk*, ein noch viel lebhafteres Licht, und eine ſo heftige Entbindung des Wärmeſtoffs, daſs das Gefäſs ſprang, und dichte Wolken das Laboratorium füllten. Weniger Licht zeigte ſich mit *Salpeter-* und *Salpeterſäure*, und nur ein ſchwaches Leuchten mit concentrirter *Eſſigſäure.* — *Erfahrung* 4. Als dieſe letztern Verſuche in einer gläſernen Retorte, die mit dem pneumati-

ſchen Apparate in Verbindung ſtand, wiederhohlt wurden, zeigte ſich in der Vorlage nicht eine Spur von Schwefelluft etc., nichts als etwas atmoſphäriſche Luft der Gefäſse, und in der Mittelflaſche bloſs Schwefelſäure etc., die durch die Wärme verflüchtigt war. Die Säuren wurden dabei gar nicht verändert, erhielten weder Sauerſtoff, noch wurde er ihnen geraubt. Das Licht, welches man ſah, konnte alſo keine andere Urſache haben, als das Freiwerden des Wärmeſtoffs.

Der Kalk iſt nicht der einzige Stoff, aus dem ſich auf dieſem Wege Wärme und Licht abſcheiden läſst. — *Erfahr.* 5. *Kauſtiſches Kali* grob geſtoſsen und in ein Glas, (das mit Kohlengeſtäb umlegt war, um die Wärme minder abzuleiten,) geſchüttet, entwickelte, als Waſſer darauf gegoſſen wurde, ſo viel Wärme, daſs ein Thermometer von 0 bis 85° ſtieg, wobei ſich ein lebhafter Kalkgeruch verbreitete. — *Erfahr.* 6. Mit concentrirter *Schwefelſäure* übergoſſen, zeigte das kauſtiſche Kali noch eine viel ſtärkere Erwärmung und ein ſehr lebhaftes Licht in Funken. Die Hitze war dabei ſo groſs, daſs die Miſchung roth wurde, gleich einer brennenden Kohle, und einige Secunden lang ſo glühte. Das ſich bildende ſchwefelſaure Kali ſchmolz und lief über, und das Licht ſchien viel heller als beim Kalke; doch wurde auch hier, eben ſo wenig als dort, ſchweflige Säure erzeugt. — *Erfahr.* 7. *Kali*, das nur zum Theil durch Glühen von der Kohlenſäure befreit war, erhitzte ſich zwar ſtark mit Schwe-

felſäure, wobei ſich Kohlenſäure entband, aber es erſchien kein Licht. — *Erſahr.* 8. Es hinderte gar nichts, wenn man auch den Kalk, das Kali und die Schwefelſäure erſt einzeln bis zum Nullpunkte des Thermometers erkältete, um ihnen allen freien Wärmeſtoff zu entziehn, und den Verſuch dann ſogleich machte; auch dann entſtand lebhafte Wärme und Licht. — *Erſahr.* 9 und 10. Um mit möglichſter Genauigkeit zu beſtimmen, wie viel Wärme bei der Verbindung der Schwefelſäure und dem Kali frei werde, fehlte es mir an einem Calorimètre nach Lavoiſier's Art. Ich wollte mir damit helfen, daſs ich die Flaſche, worin das Kali war, in zwei in einander geſteckte Trichter ſtellte, deren Zwiſchenraum mit Eis ausgefüllt war, ſie mit Eis umſchüttete, einen Trichter darüber ſtürzte, auch den mit Eis belegte, über alles einen vierten Trichter ſtürzte, und nun durch die Oeffnungen der beiden obern Trichter Schwefelſäure zugoſs, erhielt aber einen viel zu geringen Wärmegrad. Ich brachte daher einmahl ein zum Wedgwoodſchen Pyrometer gehöriges Stück in einem Glaſe mitten ins Kali, das zweitemahl ein langes Reaum. Thermometer. Die durch 13 Decagrammen ätzendes Kali, und 9,17 Decagrammen Schwefelſäure erregte Wärme betrug nach den erſten Verſuchen 3 Grad Wedgwood, nach den zweiten 300° Reaumur.

Folgende Betrachtungen bieten ſich uns hierüber dar: *a.* Es war hier Wärmeſtoff mit den Körpern verbunden; als er frei wurde, erzeugte ſich Wär-

me und Licht. *b.* Dem Lichte ging Wärme vorher, es zeigte ſich erſt bei 300° Reaumur, und wuchs in Verhältniſs der Wärme. *c.* Es ſcheint der verbundene Wärmeſtoff mit der freien Wärme einerlei zu ſeyn. Hieraus kann man alſo ſchlieſsen, daſs *das Licht eine Eigenſchaft der bis* 300° R. *angehäuften Wärme iſt.*

Wir kommen jetzt auf *Lichtentwickelungen, wo man bisher keine Wärme wahrnahm*, wie z. B. beim Leuchten des Phosphors und bei den electriſchen Funken. — *Erfahr.* 11. Von zwei ſehr empfindlichen Thermometern, die beide auf 0,16° ſtanden, wurde die Kugel des einen in einem gläſernen Trichter mit 25 Grammen *Phosphor* in Stückchen umſchüttet. Ungefähr nach 2 Minuten fing der Phosphor an weiſse Dämpfe zu geben und zu ſchmelzen; ſogleich ſtieg dieſes Thermometer, und allmählig immer höher bis 0,44°. Als aber der geſloſsne Phosphor oben an der Kugel erhärtete, fiel es wieder bis 0,20°, wo es ſtehn blieb. Alſo hat der Phosphor beim Leuchten an der atmoſphäriſchen Luft wirklich gebrannt, und dabei Wärme entbunden. — Ich ſtellte die ganze Vorrichtung an einen Ort, deſſen Temperatur ſich nicht beträchtlich änderte, ſo daſs die ſich bildende Phosphorſäure durch den Trichter abfloſs, und beobachtete während der 25 Tage, die vergingen, bis alle 25 Grammes Phosphor zerfloſſen waren, den Stand beider Thermometer täglich dreimahl, Morgens, Mittags und Abends. Das Thermometer im Freien veränderte

ſeinen Stand nur von 0,13° bis 0,19°; das im Phosphor, ſtand beſtändig um einige Hundertel Grad höher; während der 4 erſten Beobachtungen um 0,03, der 5 folgenden um 0,04, der 6 folgenden um 0,07, der 6 folgenden um 0,06, und dann die gröſste Zeit über um 0,03, zuletzt um 0,02, 0,01° höher, und nahm, nach gänzlicher Schmelzung, wieder denſelben Stand an.

Zwar weiſs man, daſs die ſtark condenſirte *electriſche Materie* brennbare Körper erleuchtet und entflammt, die ſchwerflüſſigſten Metalle ſchmelzt, und ſelbſt das Gold verkalkt, allein bisher hatte man noch durch keinen unbezweiflichen Verſuch dargethan, daſs im electriſchen Lichte freie Wärme ſey. *) So oft das electriſche Licht ſtark genug iſt, um ſichtbar zu werden, zeigt es ſich mit der Schnelligkeit des Blitzes, daher es dem gewöhnlichen Thermometer nicht Wärme genug ertheilen kann, um es zum Steigen zu bringen. — *Erfahr.* 12. Ich richtete daher den Apparat ein, welchen Taf. VII, Fig. 2 vorſtellt. Die Glasröhren *M* und *N* wurden ſo weit mit Waſſer gefüllt, daſs es in der letztern bis zur halben Höhe ſtand, darauf die Luft in der

*) Wärme bemerkten bei der Electricität zuerſt Adams und Kinnersley am Luft-Thermometer. (Adams *Verſuch über die Electricität*, S. 211.) Gardini, (*Ueber das electriſche Feuer*, Dresden 1793, S. 62,) fand dies ebenfalls, und viele Verſuche van Marum's bewieſen das gleiche. Gren's *neues Journal der Phyſik*, III. B. S. 1—18. *A.*

Glaskugel *A* genau bis auf 10°, nach einem empfindlichen Thermometer, erwärmt, und dann ſogleich der Kork *B* mit fettem Kütte darin luftdicht befeſtigt. Dies gab ein ſo empfindliches Luft-Thermometer, daſs ein Licht ſchon in beträchtlicher Entfernung das Waſſer in der nach Hundertel- und Tauſendel-Graden eingetheilten Röhre *M* um einige Tauſendtheilchen in die Höhe trieb. Der Funke aus dem Conductor einer Electriſir-Maſchine wurde, mittelſt eines Directors, dem in einer Glasröhre durch den Kork gehenden Drahte *k* mitgetheilt, und ſprang von dieſem auf den Draht *i* über, den eine Kette mit der Erde in Verbindung ſetzte. Die Temperatur des Zimmers war 0,20°; durch eine ſchnelle Folge überſchlagender Funken wurde das Waſſer in der Röhre *M* bis auf 0,24° getrieben, und ſank dann ſehr langſam wieder zurück. Mehrmahls wiederhohlt, gab der Verſuch immer daſſelbe Reſultat. Die Ladung einer Leidner Flaſche mit ungefähr gleich viel Funken trieb das Waſſer ſchnell bis 0,26 oder bis 0,27° hinauf, welches in dieſem Falle eben ſo ſchnell wieder zurück ſank. *)

*) Ueber das Geſetz, nach welchem die Stärke der Wirkung einer electriſchen Ladung fortſchreitet, vergleiche Cuthbertſon's Aufſatz, (*Annalen d. Phyſik*, III. B., S. 13.) Schon Herr Schmidt bemerkte einen zunehmend beſchleunigten Gang am Stande des Electrometers, (Gren's *neues Journal*, I. B., S. 361.) *A.*

Aus dieſen Verſuchen, die ich alle mehrmahls mit möglichſter Sorgfalt anſtellte, ſchlieſse ich, daſs Wärmeentwickelung immer dem Lichte vorhergeht, daſs daher das Licht keine eigenthümliche Materie, ſondern nur eine Eigenſchaft des Wärmeſtoffs iſt, die zwar jedem Molecül des freien Wärmeſtoffs einzeln zukömmt, ſich aber nur nach Anhäufung dieſer Molecüles bis auf einen beſtimmten Grad den Augen zeigt. *)

Der Wärmeſtoff iſt in einem ſteten hin und her flieſsen. So wie er frei wird, ſtreben ſeine leuchtenden Molecülen, ſich von einander zu entfernen, und bewegen ſich dahin, wo ſie am ſtärkſten angezogen werden, d. h. nach der Sonne. Haben ſie ſich hier ſo ſtark angehäuft, daſs ihre Repulſiv-Kraft die Kraft, welche ſie anzog, überwiegt, ſo werden ſie zurückgeſtoſsen, zerſtreuen ſich in die andern

*) Ein Verſuch Davy's, (*Contribut. to phyſical and medical knowledge collected by Beddoes*, Briſtol 1799, p. 9. 10,) der ganz der Dizéſchen Meinung entgegen iſt, verdiente wohl wiederhohlt zu werden. Er drückte ein Flintenſchloſs im faſt luftleeren Raume ab, bemerkte durchaus keinen Funken, und fand doch unter dem Mikroſkope an den abgeſchlagenen geſammelten feinen Eiſenſtücken ſichere Kennzeichen der Schmelzung. Er hat nicht angegeben, wie dieſe Kennzeichen waren. Als Electrometer könnte vielleicht der Apparat unſers Verfaſſers, beſonders mit verſchiedenen Gasarten gefüllt, merkwürdige Reſultate liefern. *A.*

Körper nach Verhältniſs ihrer Maſſe, werden eben durch ihre Repulſiv-Kraft im Raume vereinzelt, ſo daſs ſie nicht mehr leuchten, und folgen dann wieder der anziehenden Kraft der Sonne, welche auf dieſe Art die immerwährende Werkſtätte leuchtender Wirkungen iſt. — Eine gleiche Bewandtniſs hat es mit den künſtlichen leuchtenden Wirkungen des concentrirten Wärmeſtoffs, die wir durch mechaniſche oder chemiſche Mittel bewirken. So wie das Sonnenlicht, wärmen und erleuchten ſie, verbreiten Strahlen umher, welche ſich durch Spiegel zurückwerfen laſſen, und erhellen dunkle Gegenſtände; und das von dieſen erleuchteten Objecten zurückgeworfne Licht bringt, eben ſo wenig als das Mondlicht, Wärme hervor, weil die Molecülen des Wärmeſtoffs darin allzu wenig concentrirt ſind, um auf die Empfindung zu wirken. *)

A. v. A.

*) *Les molécules du calorique, qui nous parvient de la Sune, ſont trop écartées entr'elles, pour produire une ſenſation de chaleur.* Wie Dizé dieſes mit ſeiner Hypotheſe S. 414 und 417 vereinigen kann, ſehe ich nicht recht ab. *d. H.*

V.

ELECTRISCHE VERSUCHE

von

ALDINI,

Prof. der Phyſik auf der Univerſ. Bologna. *)

Zuerſt unterſucht Aldini, ob die *Flamme* ein Leiter in der galvaniſchen Kette iſt. So mannigfaltig er auch ſeine Verſuche mit Hülfe des Herrn Malagrida abänderte, ſo erhielt er doch nie Muskelbewegung, wenn er eine unterbrochene Kette durch eine Lichtflamme verband. Deſſen ungeachtet war er durch verſchiedene Verſuche überzeugt, daſs die Flamme ein guter Leiter der Electricität ſey. Denn gehören gleich die Stoffe, welche ſie bilden, das Oehl und die Luft, zu den Nichtleitern, ſo werden ſie doch, eben ſo wie Glas, durch die Wärme in Leiter verwandelt. Der Director Moscati gab zu einigen Verſuchen, die Aldini deswegen anſtellte, Veranlaſſung. Er wählt einen Leiter, der, (mit der Erde verbunden,) nur ungefähr um eine Linie unterbrochen war. Auf das erſte Stück ſtellte er ein Bennetſches Electrometer, dem Electricität zugeführt wurde, und zwiſchen beide brachte er eine Lichtflamme. Das Electrometer bieb ruhig. Er entfernte ſie bis auf

*) Zuſammengezogen aus den *Annali di Chimica* d. S. Brugnatelli, Tom. XIII, p. 135 — 154.

einen Zoll, und noch blieb alles ruhig; ein Zeichen, daſs die Flamme ſehr gut, ja noch beſſer als Metall leitet. Sobald er ſie aber ganz hinwegnahm, divergirte das Electrometer ſogleich ſehr ſtark. Dies läſst ſich auf die galvaniſchen Erſcheinungen anwenden. Hier hebt die Flamme die Bewegung des Electrometers, dort des Muskels auf, weil ſie den Durchgang der animaliſchen Electricität nicht aufhält; in beiden Fällen, weil ſie macht, daſs ſich die Electricität zerſtreuet, und dadurch bei den galvaniſchen Erſcheinungen die zum Verſuche nöthige Circulation, ohne welche keine Bewegung möglich iſt, aufhebt.

Zunächſt folgen einige Verſuche über die *Kleiſtiſche Flaſche.* Aldini hatte verſchiedene gläſerne Röhren, von denen einige auf einer, andere auf beiden Seiten zugeſchmolzen, einige ganz, andere bis auf zwei Drittheile ihrer Länge mit Waſſer angefüllt waren. Von dieſen umfaſste er eine unten mit der Hand, und belegte ſie von auſsen, oben, etwas über der Stelle, wo im Innern die Flüſſigkeit aufhörte, mit Metallbelegung. Dieſe näherte er dem Conductor einer Electriſir-Maſchine, und lud ſie; ſobald er nun den belegten Theil anfaſste, erhielt er einen beträchtlichen Schlag.

Es iſt unläugbar, daſs ſich dieſe Flaſchen weſentlich von den gewöhnlichen unterſcheiden, indem hier die innere Fläche mit der äuſsern in gar keine leitende Verbindung kommt; ſie laſſen ſich aber ſehr leicht durch Vergleichung mit doppelten

Flaſchen, wo zwei gewöhnliche Flaſchen eine in die andere geſetzt werden, erläutern, bei welchen man auch einen Schlag erhält, ſobald die äuſsern Belegungen beider Flaſchen berührt werden. Wird die Metallbelegung poſitiv electriſirt, ſo wird das Waſſer, ſo weit die Belegung geht, negativ. Es wird aber nur negativ, indem es ſeine natürliche Electricität dem Waſſer unter der Belegung abtritt; dieſes wird daher poſitiv und bringt in der andern Seite des Glaſes, welche die Hand berührt, eine negative Ladung hervor.

Bei dieſer Gelegenheit bemerkte Aldini, daſs die Dünne des Glaſes viel zur Schnelligkeit, womit es ſich laden läſst, beiträgt. Er konnte eine ſehr dünne Glaskugel, welche vor der Löthlampe geblaſen war, ohne Metallbelegung ſchwach laden, und eben ſo die vorher erwähnten Verſuche auch ohne Metallbelegung machen. Daſs wenig Ladung ſtatt findet, ſobald der, welcher die Röhre hält, iſolirt iſt, verſteht ſich. Bei Leuchtröhren mit Queckſilber bemerkte Aldini oft ſchwache Erſchütterungen, und glaubt dieſes nun ſehr leicht erklären zu können.

Auch die bekannten *Lichtenbergiſchen Figuren* machte er zum Gegenſtande ſeiner Unterſuchung. Er fand, daſs, wenn er verſchiedene Arten von Pulver, ſie mochten aus dem Mineral-, Pflanzen- oder Thierreiche genommen ſeyn, auf einen Harzkuchen warf, jedes derſelben ihm verſchiedene Erſcheinungen darbot. Machte er poſitive Punkte mit der Flaſche auf dem Kuchen, und ſtreuete

Mennige, (rothen Bleikalk,) darauf, ſo bildeten ſich Sterne; negativ hingegen electriſirt, bildeten ſich zirkelrunde Figuren. Werden Mennige und gepulverter Schwefel in gleichen Theilen vermiſcht, und die Fläche poſitiv electriſirt, ſo ſetzt ſich dieſer ſternförmig an, der Mennig wird dagegen ohne Ordnung zerſtreuet. Wird umgekehrt die Fläche negativ electriſirt, ſo ſetzt ſich der Mennig in regelmäſsigen Zirkeln, der Schwefel in Unordnung an. So wurde der Mennig, der allein beiden Electricitäten gleich geneigt war, in dieſer Verbindung von der negativen eher als von der poſitiven Electricität gezogen.

Darauf wurden auf einem Harzkuchen abwechſelnde poſitive und negative Punkte gemacht, und ein Gemiſch aus gepülvertem Berg-Kryſtall und Schwefel darauf geſtreuet. Sogleich trennten ſich beide; eins machte Sterne, das andere Zirkel. Ein Gleiches erfolgte beim Zuſammenmiſchen von Kupferfeil und Bleiweiſs; von Antimonium und Meſſingfeil; von Mennig und gewöhnlichem Mehle. Es iſt gut zur leichteren Unterſcheidung, die Gemiſche von verſchiedenen Farben zu machen. Das Pulver zwiſchen den negativen und poſitiven Punkten nimmt völlig unregelmäſsige Figuren an.

Beſtreuet man einen dünnen Harzkuchen oder eine Glastafel mit einem Pulver, und ſetzt an verſchiedenen Orten den Knopf einer poſitiv geladenen Flaſche auf, ſo wird das Pulver zurückgeſtoſsen; und entfernt man nun die Flaſche, ſo werden ſternför-

mige Figuren ſichtbar. Sind Harzkuchen einigemahl ſo electriſirt, ſo behalten ſie dieſe Electricität lange.

Der Profeſſor Galvani ermunterte Aldini, auch *flüſſige Körper* zu dieſen Verſuchen zu gebrauchen. Er legte eine runde Metallſcheibe auf einen Harzkuchen, und umgab dieſen mit einem Oehlſtriche. Sobald er jetzt die Metallſcheibe poſitiv electriſirte, breitete ſich das Oehl aus und bildete umher eine Art von Sonnenſtrahlung. Auf denſelben Kuchen legte er noch eine Metallſcheibe, ganz der erſten ähnlich, electriſirte ſie poſitiv, und ſogleich lieſs ſich eine ähnliche Umſtrahlung ſehen; beide berührten ſich indeſs nicht. Sobald aber die eine der beiden Belegungen, (Scheiben,) negativ electriſirt wurde, ſuchten ſich die Oehlſtrahlen einander zu nähern, und floſſen dann, wo ſie ſich berührten, in einen Strahl zuſammen; eine Wirkung der Tendenz beider Arten von Electricität zum Gleichgewichte. Noch erwähnt Aldini hier das Aufblähen des auf eine electriſirte Flüſſigkeit gegoſſenen Oehls und einiger ähnlicher Erſcheinungen, wobei er an die bekannte Plinianiſche Erzählung von dem Stillen des empörten Meeres durch aufgegoſſenes Oehl erinnert.

„Da nun unſre künſtliche Electricität", ſagt Aldini, „ſo ſehr auf gewiſſe beſtimmte Formbildung hinwirkt, warum ſoll denn nicht die natürliche Electricität eben das leiſten? So wie wir dort bei den Pulvern bald eine ſternförmige ſtrah-

-lige Geſtalt, bald eine kugelartige, bald eine unregelmäſsige bemerkten; ſo finden wir es auch beim *Schnee*. Sollten wir da nicht auf Gleichheit der Urſache ſchlieſsen dürfen? Wer kann überdies wohl noch, ſo wie überhaupt an dem Einfluſſe der Electricität auf die meiſten meteorologiſchen Erſcheinungen, ſo auch insbeſondere an dem Einfluſſe derſelben bei der Bildung des Schnees zweifeln? Guyton, Morveau's Bemerkung von der Fähigkeit der Electricität, in gewiſſen Fällen Kälte hervorzubringen, beſtätigt uns darin. So ſah man in Bologna im Februar bei einem plötzlich eingefallenen mit ſtarkem Schnee begleiteten Froſte, Blitze, und hörte Donner. Im März darauf ſah man häufige Blitze und der Froſt vermehrte ſich. Auſserdem hat man noch viele Beiſpiele in Chalons u. ſ. w., wo Schnee von Blitzen *) begleitet war."

„Doch giebt es noch andere Beſtätigungsgründe. Man hat bemerkt, daſs immer, wenn der Schnee in Sternform fällt, er nach Art eines Sechsecks mit ſechs gleichen Strahlen gebildet iſt, die mit einander Winkel von 60° einſchlieſsen. Dieſe Beobachtung des Erasmus Bartholinus vom Jahre 1661 **) wurde von Caſſini und Muſſchen-

*) Eine ähnliche Erſcheinung wurde im vorigen harten Winter in Halle von vielen beobachtet. *A.*

**) Eraſmi Bartholini *Diſſ. de figura nivis*, Havn. 1660. 8. Vergl. Mairan in der *Abhand-*

broek beſtätigt; Aldini ſelbſt machte ſie oft. Dies aus einer beſondern Vorliebe für das Sechseck, nach dem Beiſpiele der Alten, zu erklären, wäre keine Auflöſung der Schwierigkeit, ſondern eine neue Vermehrung derſelben; es könnte auch darüber leicht das Fünfeck eiferſüchtig werden. Beccaria wollte dieſe ſechseckige Figur des Schnees aus geometriſchen Gründen erklären. Wenn man ſich nämlich die Dünſte in einer Ebene der Wolken in gleichen Entfernungen vertheilt denkt, ſo kann jeder Dunſt als von concentriſchen ſechseckigen Reihen von Dünſten umgeben gedacht werden, ſo daſs, wenn der Dunſt im Centro mit verſchiedener Electricität, als die übrigen, verſehen iſt, er die nahen umgebenden Dünſte anzieht. Allein die geometriſche Erklärungsart würde ganz ohne Sinn ſeyn, wäre nicht eine phyſiſche Urſache mit hineingewebt, welche man in der Verſchiedenheit der Electricität der Dünſte erkennt; und ohne gerade Anwendung auf den Vater der Electricitäts-Lehre in Italien machen zu wollen, erinnert Aldini hier an Mairan's Bemerkung gegen Carteſius, daſs man durch Geometrie allein nicht alle Erſcheinungen erklären könne, ſondern zu gewiſſen feinen Flüſſigkeiten ſeine Zuflucht nehmen müſſe. Beccaria hat keinesweges die Art gezeigt, wie

lung vom Eiſe, Leipzig 1752, S. 130 Mairan ſagt, Bartholini habe hierin nur die Entdeckung des Carteſius beſtätigt. *A.*

jene ſechsſtrahligen Sterne gebildet werden; und dies iſt daher der Gegenſtand der folgenden Nachforſchungen.

Auf dem Electrophor wurden poſitive Punkte gemacht und Pulver aufgeſtreuet; ſogleich erſchienen Sterne, welche 12, 18 und 24 Strahlen hatten: wurde aber die Flaſche nur ſchwach geladen, ſo zeigten ſich nur 6 Strahlen, die in ihrer ganzen Bildung dem Schnee völlig ähnlich waren. Auch, als darauf einzelne Tropfen Oehl auf das Electrophor geſpritzt, und eben ſo wiederholt Funken auf ihren Mittelpunkt geleitet wurden, nahmen dieſe Tropfen ſogleich eine ſechseckige Figur an.

So wäre denn durch *neue Verſuche jener Einfluſs der Electricität auf die Bildung des Schnees beſtätigt.* Man muſs ſich dabei erinnern, daſs nur ſehr geringe Electricität erfordert wird, um jene Staubfiguren hervorzubringen. Nur *ein* electriſcher Zuſtand kann zu gleicher Zeit in der Atmoſphäre ſeyn, und daher ſieht man zu einer Zeit immer nur *eine* der Schneearten herabfallen, nie die verſchiedenen Arten Schnee und Hagel zugleich vermiſcht.

Folgerungen hieraus ſind: 1. Der Einfluſs der Electricität auf die chemiſchen Abſcheidungen. Schon Bergmann hat das kohlenſaure Gas aus der Atmoſphäre durch den electriſchen Funken abgeſchieden. Es wäre wünſchenswerth, wenn dieſe Verſuche über mehrere Stoffe ausgedehnt würden.

2. Die Electricität theilte und verband die Mengungen. Es ſcheint daher eine gewiſſe Wahlanziehung ſtatt zu finden, nach welcher ſie den einen Körper ſtärker als den andern anzieht; und hierüber müſſen Tafeln verfertigt werden.

3. Unſre künſtliche Electricität bildet Sterne, Zirkelflächen und unregelmäſsige Figuren; eben ſo die natürliche bei der Bildung des Schnees. So können nun die Phyſiker unmittelbar aus der Geſtalt des Schnees auf die Art der Electricität, welche ihn bildet, ſchlieſsen.

4. Das bekannte Geſetz der Anziehung gleich electriſirter Körper und der Abſtoſsung ungleich electriſirter, iſt nun auch für flüſſige Körper durch die Verſuche mit dem Oehle bewieſen.

A.

VI.

Ueber
die chemiſche Wirkung der Metalle auf einander, bei der gewöhnlichen Temperatur der Atmoſphäre,

von

Fabroni. *)

Der von Sulzer beobachtete eigenthümliche Geſchmack auf der Zunge bei der Berührung zweier Metalle, iſt zu den galvaniſchen Erſcheinungen gerechnet worden. Fabroni läugnet, daſs dieſe Erſcheinungen überhaupt, und insbeſondere jener Geſchmack, von dem unbekannten electriſchen Feuer abhängen, und glaubt den Beweis davon in folgenden neuen Beobachtungen zu finden, die er im Jahre 1792 der Akademie zu Florenz vorlegte, die aber jetzt erſt gedruckt erſcheinen.**)

Er bemerkte, daſs mehrere Metalle, wie Queckſilber, Blei, Zinn, ungemiſcht ihren Metallglanz lange behalten, hingegen vermiſcht ſehr bald oxydirt werden. Medaillen von reinem Blei mit etruſciſchen Inſchriften hatten ſich vollkommen erhal-

*) *Journal de Phyſique*, Tome VI, p. 348 — 357. *Bulletin des ſciences*, an 7, No. 29, p. 35, 36.

**) Das Reſultat ohne Verſuche theilte er Hrn. B. R. v. Crell in einem Briefe mit. *Chemiſche Annalen*, 95, II. B., S. 503. *A.*

ten, indeſs viel neuere, mit Zinn, vielleicht auch mit etwas Arſenik gemiſchte, Medaillen, ganz in ein weiſses Oxyd zerfallen waren.

Selbſt die bloſse Berührung zweier verſchiedener Metalle befördert die Oxydation. Dies kann man leicht an der Löthung der Kupferplatten auf dem beweglichen Dache der Sternwarte zu Florenz bemerken, wo dieſe Löthung bei der Berührung mit dem Kupfer in ein weiſses Oxyd verwandelt worden. Auch bemerkte man in England, daſs an den Schiffen, wo das Kupfer durch eiſerne Nägel angeſchlagen war, die Löcher ſich bald ſo erweiterten, daſs die Köpfe der Nägel durchgingen.

Fabroni glaubt alle dieſe Erſcheinungen der gegenſeitigen Wirkung der Metalle auf einander zuſchreiben zu müſſen, die zwar im Fluſſe derſelben ſtärker, aber, in geringerm Grade, auch, wenn ſie noch feſt ſind, ſich wirkſam zeigt. So durchdringt im Eiſenbleche das Zinn die Eiſenplatten, ohne daſs dieſe bis zum Fluſſe gebracht zu ſeyn brauchen. Ueberhaupt iſt es nur die Kraft der Cohäſion, welche die Metalle verhindert, ſich mit einander zu verbinden, ſo wie es dieſe auch wohl ſeyn kann, welche ſie verhindert, ſich ſchnell zu oxydiren. Zur Beſtätigung dient das Queckſilber, welches nur einer Zertheilung im Waſſer durch Schütteln bedarf, um ſich zu oxydiren. In der Berührung wird durch die gegenſeitige Anziehung die jedem eigenthümliche Cohäſion geſchwächt, und dadurch ihre Verwandtſchaft gegen das Oxygen wirkſamer.

Wenn man die ſchnelle Wirkung zweier Metalle auf die Zunge, einem beſondern Fluidum oder dem electriſchen, wie Galvani, Aldini und Volta, zuſchreibt; ſo vergaſs man, daſs auch die chemiſche Wirkung beider Stoffe im Augenblicke der Berührung geſchieht. Die Zeichen von Electricität, die man bei der Berührung zweier Metalle fand, ſind eher Folge als Urſach dieſer Erſcheinungen; denn bekanntlich ſtören die meiſten chemiſchen Veränderungen das electriſche Gleichgewicht, und man wird, weil ſchmelzender Schwefel, Chocolade u. ſ. w. Spuren von Electricität zeigten, darum noch nicht Electricität als Urſach ihrer Schmelzung angeben. Wenn daher auch electriſche Wirkungen bei den galvaniſchen ſich zeigen, und vielleicht auch bei dem Sulzerſchen Verſuche nothwendig ſind; ſo ſind ſie doch hier nicht die Urſach des Geſchmacks. War die Zunge ſehr trocken, ſo fand Fabroni dieſen Geſchmack beim Sulzerſchen Verſuche faſt unmerklich.

Fabroni legte in zwei Gläſer in jedes eine verſchiedene Art Metall; in ein drittes legte er beide, aber durch eine Glasplatte getrennt; in ein viertes beide in Berührung mit einander: alle Gläſer waren voll Waſſer. In den Metallen der drei erſten Gläſer bemerkte er keine Veränderung, hingegen im vierten war das oxydirbarere Metall ſtark mit Oxyd überzogen, und beide hingen feſt zuſammen. Das Waſſer nahm hierbei einen metalliſchen Geſchmack an, doch konnte durch kein Reagens das Metall wahrgenommen werden. Es iſt daher ſehr klar,

daſs der Sulzerſche Geſchmack einer chemiſchen Wirkung ſeine Entſtehung verdankt. Die Wärmeentwickelung bei dieſer chemiſchen Wirkung iſt zu geringe, um wahrgenommen zu werden; die Lichtentwickelung hingegen kann man bemerken, wenn man ein Stück Silber in den Mund, und ein Stück Zinn auf den Augapfel hält, und dann beide verbindet. Man ſieht ein Licht, welches wegen der Gewohnheit, auch wenn man die Berührung nicht aufhebt, verſchwindet. Denn um ſich zu überzeugen, daſs der Lichtzuſtand während der Verbindung der beiden Metalle fortdauert, muſs man den Verſuch im Dunkeln anſtellen, wo nach Aufhebung der Verbindung eine gröſsere Finſterniſs im Auge wahrgenommen wird. Den Blitz, den Einige zu bemerken glauben, wenn ſie das obere Zahnfleiſch mit der Zunge durch zwei Metalle verbinden, glaubt Fabroni durch einen convulſiviſchen Eindruck hervorgebracht; ihm und mehrern Andern gelang der Verſuch nicht. *)

Die Oxydation der Metalle erfordert, nach Fabroni, nicht bloſs die Gegenwart des Waſſers, ſondern auch der Luft, um dem Waſſer ſo viel Sauerſtoff zuzuſetzen, daſs das Metall ihm dieſen entzieht. Schlieſst man die beiden Metalle in ein hermetiſch

*) Der Verſuch iſt mir noch nie fehl geſchlagen; er beweiſt ſehr gut, daſs die Behauptung des Verfaſſers, das Licht ſey bloſs im Anblicke der Oxydation des Metalls gegründet, falſch ſey. *A.*

verſchloſſenes und mit Waſſer gefülltes Glas, (von Flintglas,) ein, ſo verkalkt ſich zwar das Zinn, aber das Blei im Flintglaſe wird desoxydirt, ſo daſs das Glas ſich ſchwärzt, gerade, als wenn man Waſſerſtoffgas darin glüht. Dieſer Verſuch muſs mit einem andern zuſammengeſtellt werden, wo das Eiſen, in Waſſer getaucht, dieſes nicht zerſetzt, wenn rothes Blei-Oxyd darin liegt, ſondern dem Blei-Oxyd einen Theil des Sauerſtoffs raubt. Macht man den Verſuch mit der Verkalkung zweier Metalle an einem ruhigen Orte, ſo ſieht man auf der Oberfläche des Waſſers eine dünne Haut von der Gröſse des unten liegenden Metallſtücks ſchwimmen; dies ſcheint die dabei zur Uebertragung des Sauerſtoffs thätig geweſenen Waſſerſäulen zu bezeichnen.

Die Phyſiker, welche die Sulzerſchen Erſcheinungen der Electricität zuſchreiben, glauben dieſe Meinung dadurch zu beſtätigen, daſs man ſie auch noch bei ziemlich langen Ketten wahrnimmt. Fabroni fand aber den Unterſchied, daſs dieſe Kette auf 6 bis 7 Mètres begrenzt ſey, da hingegen die electriſchen unbegrenzt ſind. Wären überdies jene Sulzerſchen Verſuche electriſchen Urſprungs, ſo müſsten ſie nur augenblicklich ſeyn; das Licht hingegen, ſo wie der Geſchmack, iſt fortdauernd, wie bei der chemiſchen Einwirkung zweier Körper auf einander; ja die Oxydation iſt ſogar genau im Verhältniſſe der Zeit. Die Sulzerſchen Erſcheinungen müſsten dann ferner bei allen Metallen, wie ſie auch zu einander ſich verhalten mögen, wahrgenommen

werden. Dagegen fand Fabroni viele Verbindungen, die ohne Wirkung blieben, andere, die ſehr ſtark wirkten. — So iſt Silber im Auge, Gold auf der Zunge, durch Kupfer beide verbunden, unwirkſam; hingegen Silber auf der Zunge, Eiſen im Auge, und Kupfer verbindend, ſehr wirkſam, u. ſ. w.

Er glaubt, daſs der Waſſerſtoff aus dem zerſetzten Waſſer ſich mit dem Metall - Oxyd verbinde; die octaedriſchen Kryſtalle, die ſich auf dem Zinne in ſeinen Verſuchen bildeten, hält er deswegen für hydrogenirtes Zink - Oxyd, da das Waſſerſtoffgas mehrere Metalle, wie Eiſen,*) Zink, Arſenik, auflöſt, und das Zink - Amalgama Waſſerſtoff enthält, welches man durch Hülfe der Wärme daraus entwickelt. Auch fand er, als er einſt Zinn und Silber in Alkohol ſich berühren lieſs, auf dem Silber grünliche Parallelepipeda, worin wahrſcheinlich Kupfer aus der Silbermünze war. Im Ammoniak bildeten ſich keine Kryſtalle; er löſte nur etwas Kupfer auf.

Fabroni ſchlieſst mit der Vermuthung, daſs, da in allen dieſen Fällen eine chemiſche Wirkung ſtatt fände, auch in den meiſten galvaniſchen Erſcheinungen der Stimulus, welcher auf die thieriſchen Theile ſo mächtig wirkt, einer ſolchen chemiſchen Veränderung zugeſchrieben werden müſſe.

A.

*) Vergl. *Ann. d. Ph.*, III, S. 87. *A.*

Anmerkungen
zur Geſchichte der von Aldini *und* Fabroni *in den vorhergehenden Aufſätzen beſchriebenen Verſuche,*

von

L. A. von Arnim.

Die Unbekanntſchaft des gröſsern Theils der italiäniſchen Gelehrten mit den Arbeiten ihrer Nachbarn, eine Unbekanntſchaft, die mehr in dem ſchlechten Zuſtande des Buchhandels, (ein Hinderniſs, welches in Rückſicht ausländiſcher Werke ſelbſt unſre eifrigſten Literatoren nicht ganz überwinden können,) als in ihrer Abneigung gegen dieſelbe ihren Grund hat, iſt eine genugſame Entſchuldigung Aldini's, wenn er in ſeinem Aufſatze viele ältere Erfahrungen als neu beſchrieben, und deswegen hier eine kurze Bemerkung nothwendig gemacht hat.

Schon Herr von Humboldt, (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenfaſer,* I. Th., S. 438; *Die Verſuche der franzöſiſchen Naturforſcher, überſetzt in* Ritter's *Beiträgen zur nähern Kenntniſs des Galv.,* I. B., S. 98,) hat alle Beweiſe dafür geſammelt, daſs die *Flamme* ein vollkommner Leiter der Electricität, und ein Nichtleiter der galvaniſchen Kette ſey. Von der Einſchränkung, die jene Behauptung erleiden muſs, iſt hier nicht der Ort zu reden. Das *Laden kleiner Glasflächen ohne Bele-*

gung iſt nicht neu, und ſchon von den Verfaſſern *der Materialien für Electriker,* (Halle 1795, I. Th., S. 91,) wahrgenommen. Die Wirkung der *Dicke des Glaſes* zu belegten Flaſchen iſt ſehr lange ſchon bekannt geweſen. Herr Bohnenberger, (*Beitr. zur theoret. und practiſchen Electricitäts-Lehre,* I. St. Stuttg. 1793, S. 1, II. St. 1793, S. 11,) hat gute Erfahrungen darüber mitgetheilt. — Der Verſuch über die Trennung eines Gemenges aus Mennige und Schwefel iſt ſchon von Herrn Villarſy zu Chalons, (*Journ. général de France,* 1788, No. 9; in Lichtenberg's *Magazin,* I. B., 4. St., S. 176,) angeſtellt, von Herrn Kortum beſtätigt, (Lichtenberg's *Magazin,* X. B., 1. St., S. 1—15,) und mit einer Reihe intereſſanter Verſuche über die Electricität, welche Pulver in verſchiedenen Sieben geſchüttelt, annehmen, begleitet worden. — Ueber den Einfluſs der Electricität auf die *Bildung des Hagels* hat ſchon Herr Seiferheld, (*Electriſcher Verſuch, wodurch Waſſertropfen in Hagelkörner verändert werden.* Altdorf und Nürnberg 1790. 8vo, Einen Auszug daraus findet man in Voigt's *Magazin,* VII. B., 2. St., S. 45;) über den Einfluſs auf die Kryſtalliſation des Waſſers Herr Böckmann, (*Kleine Schriften,* Carlsruh 1789, S. 145—174,) und einige andere Verſuche beſchrieben. — Den *Oehlverſuch,* wenn gleich nicht ſo vollkommen wie Aldini, beſchreibt ſchon Marat, (*Phyſiſche Unterſuchungen über die Electricität,* Leipzig 1784, S. 62.) Nur die Beobachtung über die Zahl der Strahlen, bei

dieſem ſowohl wie bei den Verſuchen mit Oehl, habe ich nirgends gefunden; ſie iſt ganz beſonders der Aufmerkſamkeit der Phyſiker zu empfehlen.

Fabroni hat durch die Verſpätung der Bekanntmachung ſeiner Abhandlung um 7 Jahre, ein entgegengeſetztes Schickſal wie Aldini gehabt. Andere ſind ihm in der Zeit zuvorgekommen, wenn gleich ſeine Abhandlung noch viele neue, höchſt wichtige Beobachtungen enthält. Die Beförderung der Oxydation durch die Berührung verſchiedener Metalle machte ſchon Herr Aſch in einem Schreiben vom Jahre 90 dem Hrn. v. Humboldt, (*Ueber die gereizte Muskel- und Nervenſaſer*, I. Th., S. 472,) bekannt, und dieſer beſtätigte ſie, (S. 474, 475.) Das ſchnellere Verkalken der Metallgemiſche kannte ſchon Prieſtley. (*Verſuche und Beobacht.*, Leipzig 1780, S. 119.) Daſs das Licht beim Verbinden der Metalle nicht wie ein Blitz im Auge vorübergehe, ſondern einen anhaltenden erhöheten Lichtzuſtand im Auge hervorbringe, machte Herr Ritter, (*Beweis, daſs ein beſtändiger Galvanismus den Lebensprozeſs in dem Thierreiche begleite*, Weimar 1798, S. 84 und folg.,) bekannt, aber er bemerkte auch auſserdem eine relative Finſterniſs, (daſ., S. 89,) wenn er die Ordnung der Metalle in der Kette umkehrte, das Silber an das Auge, das Zinn an die Zunge legte. Die Nothwendigkeit der Gegenwart der Luft zur Zerſetzung des Waſſers bemerkte ſchon Scheele, (*Phyſiſche und chemiſche*

Werke, geſammelt von Hermbſtädt, I. B., S. 120.) Daſs die Kette beim Sulzerſchen Verſuche auf 6 bis 7 Mètres begrenzt ſeyn ſollte, iſt wohl noch etwas zu bezweifeln; die galvaniſchen ſind von ihrem Erfinder um ein Haus geleitet worden. Daſs die octaedriſchen Kryſtalle hydrogenirtes Zink-Oxyd geweſen, iſt, (wie man ſieht,) eine durch gar keine Unterſuchung begründete Annahme; ſie hätten aber wohl verdient, von Herrn Fabroni genau unterſucht zu werden.

VII.

Ueber die verſchiedenen Zuſtände, in welchen der Lichtſtoff vorkommt,

von

Brugnatelli. *)

Man muſs drei verſchiedene Zuſtände des Lichts unterſcheiden: erſtens, *chemiſch gebundenes* Licht; zweitens, bloſs *angehäuftes* und auf eine mechaniſche Art eingemiſchtes, doch *unſichtbares* Licht; drittens, Licht, welches in den Körpern *auf eine ſichtbare Art angehäuft* iſt.

Das *chemiſch gebundene* Licht trennt ſich von den Körpern nur im Gefolge einer Wahlverwandtſchaft. *Stickgas*, *Phosphor*, *Schwefel* u. ſ. w. enthalten das Licht in dieſem Zuſtande. Aus mehrern ſolcher Materien entbindet ſich das Licht, wenn man ſie bis auf einen gewiſſen Grad erhitzt, wie Wedgwood durch Verſuche dargethan hat. Streuet man etwas von ihnen in Geſtalt eines Pulvers auf eiſerne Platten, oder auf Sand und Thon, die bis zum Glühen erhitzt ſind, ſo erſcheint jedes einzelne Körnchen wie ein Feuerfunken. Brugnatelli hat ſich überzeugt, daſs es nicht einmahl immer der Annäherung an einen *glühenden* Körper be-

*) Ausgezogen aus einer Abhandlung in deſſen *Annali di Chimica* etc., Tom. XIII, No. 13, Pavia 1797, vom Bürger van Mons.

darf, um das Licht ſolcher Materien, durch ihre Vereinigung mit dem Wärmeſtoffe, zu entbinden; ein Zeichen, wie er glaubt, daſs es nicht die glühenden Platten ſind, welche in jenem Falle das Licht, das ſich zeigt, hergeben. Manche Materien, beſonders ſolche, die ſich bei dieſem Grade von Hitze zerſetzen, glänzen nicht einmahl, wenn man ſie auf *glühende* Körper fallen läſst, wie z. B. *ſchwefelſaures Kali.* — *Schwarzer Braunſteinkalk* glänzt ſehr lebhaft, wenn man ihn auf eine recht heiſse, doch nicht glühende Eiſenplatte wirft. Eben ſo *ſalzſaures Queckſilber, grauer Queckſilberkalk, grauer Spieſsglaskalk*, alle *kalkige Salze, Fluſsſpath, Magneſia, ſchwefelſaures Ammoniak* von ſeinem Kryſtalliſations-Waſſer befreiet, *kohlenſaures Kali,* u. ſ. f. Feiner *Zucker* und *Milchzucker*, die recht trocken und zerſtoſsen ſind, glänzen ſelbſt auf einem bloſs erwärmten Eiſen ſehr lebhaft, indeſs ſie auf glühendem Eiſen gar keinen Schein verbreiten. *Federn, Baumwolle* und *Wolle* leuchten, wenn man ſie über ein heiſses Eiſen leicht wegführt, und auch die Augen einer *Spielkarte* ſchimmern unter dieſen Umſtänden matt. *Kampher* und *Chokolade* auf ein ſolches Eiſen geworfen, bilden leuchtende Dämpfe. — *Sublimirter Zinkkalk*, halb *verglaſtes Blei*, und *ſalzſaures Ammoniak* geben dagegen in dieſem Falle nicht das mindeſte Licht. — Auch mehrere *Flüſſigkeiten*, auf heiſses Eiſen gegoſſen, zeigen ähnliche Wirkungen. *Terpentin-Oehl* leuchtet unter dieſen Umſtänden merklich. Eben ſo die *fetten*

Oehle, *Schweiſs*, *Wachs*, *Fett* u. ſ. f. — *Weingeiſt*, *Aether* und die *Säuren* geben hingegen nicht den mindeſten Schein.

Die atmoſphäriſche Luft hat auf dieſe Erſcheinungen des Leuchtens nicht den mindeſten Einfluſs, da ſie auf dieſelbe Art im luftleeren Raume, im Waſſerſtoffgas, im kohlenſauren Gas u. ſ. f. erfolgen. Ja, mehrere Materien entbinden ſogar ihr Licht, wenn man ſie in Schwefelſäure oder in ſiedendes Oehl taucht. — Bei demſelben Grade von Erwärmung entbinden aber verſchiedene Materien in allen dieſen Fällen eine ſehr verſchiedene Menge von Licht.

Bei Körpern, die Licht *im zweiten Zuſtande*, d. h., *ein bloſs angehäuftes und auf eine mechaniſche Art mit ihnen verbundenes*, *doch unſichtbares Licht* enthalten, bedarf es einer bloſsen Annäherung ihrer Theile, um dieſes Licht frei zu machen. Auf dieſe Art wird das Licht gleichſam ausgepreſst aus dem leuchtenden *Queckſilber im Barometer*, aus dem *ſchwefelſauren Kali* und aus andern Salzen, die, im Augenblicke des Kryſtalliſirens geſchüttelt, leuchten, aus dem *phosphoreſcirenden Meerwaſſer*, aus dem ſtark und plötzlich gedrückten *Auge*, aus dem *Hutzucker*, den man zerſchlägt, reibt oder zerſtöſst, (wenn man im Dunkeln feinen Zucker zwiſchen den Zähnen zermalmt, ſcheint der Mund voll Feuer zu ſeyn,) und aus *Cremor Tartari*, *Alaun*, *Borax* u. ſ. f., indem man ſie ſchlägt. Unter den Mineralien enthält beſonders der *Quarz* vieles Licht in dieſem Zuſtande. Das

Leuch

Leuchten einiger *Pflanzen* gehört auch zu dieſer Klaſſe von Lichterſcheinungen.

Licht im dritten Zuſtande, d. h., *auf eine ſichtbare Art angehäuſt*, findet ſich in den ſogenannten *Lichtſaugern*, welche die Eigenſchaft haben, wenn ſie dem Lichte ausgeſetzt ſind, etwas davon zu verſchlucken. Die erſte Stelle unter dieſen Körpern verdient der *Diamant*, die *Blenden*, (*antracites*,) und der *Karfunkel*, (*escarboucle*.) Der *Laſurſtein*, (*lazulite*,) entbindet, ungeachtet ſeiner Undurchſichtigkeit und ſeiner Härte, doch im Dunkeln eine groſse Menge von Licht, die er am hellen Tage eingeſogen hat. Der *Bologneſer Phosphor*, der nichts anderes als ſchwefelſaure Schwererde iſt, leuchtet nicht eher, als bis er einige Minuten in der Sonne geſtanden hat; eine Eigenſchaft, die Baudouin auch an der ſalpeterſauren Kalkerde wahrgenommen hat. Dieſe und andere Stoffe leuchten im Dunkeln, indem das von ihnen verſchluckte Licht wieder ausſtrömt. Brugnatelli ſah einen Diamanten leuchten, der bloſs dem Scheine einer Kerze war ausgeſetzt worden.

Nicht bloſs mineraliſche Stoffe, auch das Fleiſch mancher *Fiſche* und anderer Thiere, *faules Holz* u. ſ. f., leuchten, nach der Behauptung dieſes Naturforſchers, vermittelſt des zuvor von ihnen eingeſogenen Lichtes. So auch einzelne Theile an verſchiedenen lebenden Thieren, z. B. die *Augen der Hyäne*, der *Katze* u. ſ. f., die ſo ſtark leuchten, daſs ſie ſelbſt umliegende Gegenſtände erhellen. Endlich

ſollen, nach Brugnatelli's Behauptung, auch alle ſogenannte *phosphoreſcirende Thiere*, bloſs durch Licht, welches auf eine ſichtbare Art in ihnen angehäuft iſt, leuchten.

* * *

Auch der Doctor Carradori iſt der Meinung, daſs die *Johanniswürmchen* und das *faule* phosphoreſcirende *Holz* die Eigenſchaft haben, das Licht einzuſaugen und auf eine *bloſs mechaniſche Art* in ſich angehäuft zu erhalten. Letzteres, ſagt er, (*Annali di Chimica*, Tom. XV, No. 18,) erhält dieſe Eigenſchaft durch die Fäulniſs, und es wird zum Leuchten deſſelben weiter nichts erfordert, als daſs es eine Zeit lang dem Sonnenlichte ausgeſetzt werde. Ein Stück faules Holz, welches er unterſuchte, leuchtete zwei Tage lang unter Oehl, wo es doch keinesweges mit Sauerſtoffgas in Berührung war. „Ich gebe indeſs", (bemerkt hierbei van Mons,) „dem Leſer zu bedenken, ob es nicht vernünftiger ſey, am Phosphoreſciren des leuchtenden Holzes ein langſames und faſt unmerkliches Verbrennen eines Waſſerſtoff- und Kohlenſtoff-Oxydes zu ſehn, als einen ſchwammigen Körper, der durch ein langes Maceriren im Waſſer, oder durch Fäulniſs, Poren erhalten haben ſoll, in die das Licht ſich einquartiere?"

VIII.

Alexander von Humboldt's *phyſikaliſche Beobachtungen auf ſeiner Reiſe nach dem ſpaniſchen Amerika.*

(Aus einem Briefe deſſelben an Delamétherie. *)

Cumana in Süd-Amerika, den 30ſten Meſſidor J. 7.

Erſt ſeit drei Tagen befinde ich mich hier auf der Küſte von Süd-Amerika, und ſchon zeigt ſich eine günſtige Gelegenheit, Ihnen, mein theurer und würdiger Freund, mit einem Fahrzeuge, das im Be-

*) *Journal de Phyſique*, t. 6, p. 433. Der erſte Reiſeplan Herrn von Humboldt's war, über Tripolis zu den franzöſiſchen Phyſikern in Aegypten, und von da weiter ins innere Afrika vorzudringen; ſchon hatte er ſich, um dieſen Weg anzutreten, zwei Monate lang in Marſeille aufgehalten, als unvorherzuſehende Umſtände dieſe Reiſe vereitelten, worüber wir uns, bei der Gefährlichkeit derſelben für Chriſten, unſtreitig Glück zu wünſchen haben. Seinem Vorhaben treu, die heiſse Zone zu beſuchen, wandte er ſich darauf nach Spanien, und hatte das für einen Ausländer ſo ſeltene Glück, von der Regierung die Erlaubniſs zu erhalten, *Mexico*, *Peru*, *Chili* und die *Philippinen* zu bereiſen. Den 26ſten Floreal J. 7. verlieſs er Madrit, um ſich in Corunna nach der Havanna und Mexico einzuſchiffen. Dieſen Vorſatz muſs er aber ſpäterhin abgeändert haben, da wir ihn jetzt in *Cumana*, einer

griffe iſt, unter Segel zu gehn, in aller Eil zu ſagen, daſs ich mit meinen aſtronomiſchen, phyſikaliſchen und chemiſchen Inſtrumenten, wohl behalten, und ohne daſs ſie den geringſten Schaden genommen hätten, hier angekommen bin. Während der Ueberfahrt habe ich fleiſsig Verſuche über die chemiſche Miſchung, die Durchſichtigkeit und die Feuchtigkeit der atmoſphäriſchen Luft, über die Temperatur und Dichtigkeit des Meerwaſſers, die Inclination der Magnet-Nadel, und über die Intenſität der magnetiſchen Kraft angeſtellt. Meine Ramsdenſchen und Troughtonſchen Sextanten und der Chronometer von Louis Berthoud, (ein treffliches Inſtrument, das den Zeitunterſchied zwiſchen Paris und St. Croix auf Teneriffa zu $1^{St.}\ 14'\ 25,5''$ gab, indeſs ihn Borda $1^{St.}\ 14'\ 24''$ gefunden hatte,) ſetzten mich in den Stand, den Ort, wo jede dieſer Beobachtungen angeſtellt wurde, mit groſser Genauigkeit zu beſtimmen; welches für die magnetiſchen Beobachtungen von Wichtigkeit iſt.

Aber wie ſoll ich Ihnen in dieſer Eil ſagen, was ich geſehn, und welchen Genuſs mir der Aufenthalt auf den *Canariſchen Inſeln* gewährt hat. Indeſs faſt allen Naturforſchern, die Indien beſucht haben,

ſpaniſchen Seeſtadt in Süd-Amerika, (dem Hauptorte in Neu-Andaluſien, zwiſchen Guiana und Caracas,) finden, und er den geraden Weg dahin von Corunna über die Canariſchen Inſeln genommen zu haben, dort auch einige Zeit noch ſich erweilen zu wollen ſcheint. *d. H.*

hier kaum Zeit genug vergönnt war, bis zum Fuſse des groſsen vulkaniſchen Koloſſes hinaufzuſteigen, und die herrlichen Gärten des Hafens von Orotava zu bewundern, hatte ich die Freude, daſs ſich unſre Fregatte, *der Pizarro*, ſechs volle Tage zu Teneriffa aufhielt. Ich habe die Gebirgsarten des *Pic de Teyde* im Detail unterſucht, und ſeinen Gipfel in der lehrreichen Geſellſchaft des Vice-Conſuls der Republik, le Gros, beſtiegen. Er und Bernard Cologan haben den letzten furchtbaren *Ausbruch dieſes Vulkans*, am 9ten Juni 1798, mit vielem Scharfſinne beobachtet, und wir dürfen von ihm eine Beſchreibung deſſelben mit einer Karte erwarten, deren Skizze ich bereits im königl. botaniſchen Garten zu Orotava geſehn habe. Wir ſchliefen im Mondſcheine 1200 Toiſen über dem Meere, brachen dann um 2 Uhr Nachts auf, und gelangten, ungeachtet des heftigen Windes, der durchdringenden Kälte und der Hitze des Bodens, welche die Sohlen unſrer Stiefeln verbrannte, um 8 Uhr auf den Gipfel.

Ich ſage Ihnen nichts von der majeſtätiſchen Ausſicht auf die vulkaniſchen Inſeln *Lancerotta*, *Canaria*, *Gomera*, die man zu ſeinen Füſsen ſieht, und von der 7 deutſche Quadrat-Meilen groſsen Wüſte, die ganz mit Bimsſtein und Laven bedeckt, ohne Inſekt und ohne Vogel, bloſs von der *Viola decumbens* bewohnt iſt, und uns von den üppigen Lorbeerwäldern, den Heideflächen, und den mit Pal-

men, Banian- und Drachenbäumen gezierten Weingärten trennte, deren Fuſs das Meer beſpült.

Wir ſind ſelbſt in den *Krater* hinabgeſtiegen, der nur 40 bis 60 Fuſs tief iſt. Die Spitze liegt, nach Borda's ſehr genauer geometriſcher Meſſung, 1904 Toiſen, (11424 pariſ. Fuſs,) über der Meeresfläche. Ich füllte hier einige Bouteillen mit Luft, und bei einer nachmahligen ſehr genauen Zerlegung derſelben durch Salpetergas, deſſen Reinheit zuvor durch ſchwefelſaures Eiſen geprüft war, fand ſich, daſs ſie nur 0,19 *Sauerſtoff* enthielt, ungeachtet der ſehr heftige Wind Lebensluft aus den niedern Regionen, (wo der Sauerſtoff-Gehalt 0,278 betrug,) mit darunter gemengt haben mochte. Das gewöhnliche Reaumüriſche Thermometer ſtand auf dem Gipfel auf 2°, zu Orotava zwiſchen 18 und 19°; macht für je 116° Toiſen Höhe, einen *Temperatur-Unterſchied* von 1°, welches mit Sauſſüre's Beobachtungen, der 107 Toiſen für jeden Grad verminderter Wärme rechnet, ganz gut zuſammen ſtimmt.

Der *Pic de Teyde* iſt ein ungeheurer Baſaltberg, der auf dichtem, neuerm Kalkſteine zu ruhen ſcheint. Dieſes iſt derſelbe Kalkſtein, den man, mit vielem Feuerſtein gemiſcht, am Cap Noir in Afrika findet, der zu Cadix, in la Mancha, und in der Provence die herrſchende Gebirgsart iſt, und worauf auch die Baſalte von St. Loup unweit Agde und die Baſaltkegel in Portugal ruhen. So groſs iſt die Einförmigkeit im Baue der Erde. Die Azoren, die

Canariſchen Inſeln und die Inſeln des grünen Vorgebirges ſcheinen bloſse Fortſetzungen der Baſalt-Formationen um Liſſabon zu ſeyn. An die Küſten von Teneriffa ſpülen die Wellen Geſchiebe von Granit, Syenit, und granitartigem Glimmerſchiefer an, wie er auf dem Gotthardsberge und im Salzburgſchen vorkommt; wahrſcheinlich Gebirgsarten, woraus der höchſte Zug des Atlas in Afrika beſteht, der ſich weſtlich nach den Küſten von Marocco zieht.

Schon ſeit Jahrhunderten wirft der *Krater* des Gipfels keine Laven mehr aus; dieſe brechen zu den Seiten des Pics hervor. Dagegen erzeugt der Krater eine ungeheure Menge *Schwefel* und ſchwefelſaures Eiſen, (Vitriol). Ob ſich wohl der Schwefel hier erſt durch Zuſammenſetzung bildet, oder ob er nicht vielmehr in dem Kalkgebirge unter dem Baſalte liegt? Dieſes iſt von einerlei Art mit dem Andaluſiſchen Kalkgebirge, (auch mit dem von Kreczezowiz in Pohlen,) und es iſt Ihnen bekannt, daſs der Kalkſtein und Gyps Andaluſiens, (beide gehören zu einerlei Formation, da der Gyps im Kalkſteine in Bänken vorkömmt,) ganz Europa mit Schwefel verſorgen könnten.

Der *Baſalt* des Pics de Teyde enthält nicht bloſs baſaltiſche Hornblende und Olivin in Blättern und kryſtalliſirt, ſondern, beſonders gegen den Gipfel zu, auch ganze Lagen von Wernerſchem Porphyrſchiefer, und einer Art Obſidian-Porphyr. Der Porphyrſchiefer iſt blätterig, klingend, an den Kanten halb durchſichtig, und beſteht aus einer

grünen, ſehr harten Grundmaſſe, welche mit dem Nephrit, (*Jade*,) verwandt iſt und glasartige Feldſpath-Kryſtalle enthält. Die *Bimsſteine* des Pics ſind durch Feuer zerſetzter Obſidian, und ihr Urſprung läſst ſich keinesweges vom Feldſpathe ableiten. Ich habe viele Stücke aufgeleſen, die noch zur Hälfte Obſidian, olivenſchwarz, und zur Hälfte faſeriger, weiſser Bimsſtein waren; auch hatte ich dergleichen ſchon in den Mineralien-Sammlungen zu Madrit gefunden.

Mit dem neuen, von Borda erfundenen, *Inclinatorio*, welches Megnié in Madrit noch etwas tragbarer gemacht hatte, habe ich eine groſse Menge von Beobachtungen über die Inclination der Magnetnadel angeſtellt. Sie werden die Beobachtungen geſehn haben, die ich zugleich mit einer aſtronomiſchen Abhandlung dem Bürger Delambre überſchickt habe. *)

*) Wahrſcheinlich dieſelben, welche, aus einem Briefe des Herrn von Humboldt's, in den *allg. geogr. Ephemerid. des Herrn Oberſt-Wachm.* von Zach, *Augúſt* 1799, S. 146 — 161, mitgetheilt werden. Dieſes treffliche Inclinatorium iſt, ſo viel ich weiſs, noch nicht beſchrieben, daher ich im Kurzen hierher ſetze, was Herr von Humboldt in jenem Briefe darüber ſagt. „Das Inſtrument, deſſen ich mich bediene, iſt der *Inclinations-Compaſs*, den Borda angegeben, und le Noir für das *Bureau des Longitudes* in Paris ausgeführt hat. Das Bureau hatte die Gefälligkeit, ihn mir bei meiner Ab-

Sie werden aus dieſen Beobachtungen ſehn, daſs *die magnet. Kraſt keineswegen den Inclinationen pro-*

reiſe von Paris abzutreten. Der Azimuthal - Zirkel hat 0,5 Mètre, ($1\frac{1}{2}$ p. Fuſs,) im Durchmeſſer; die Nadel 0,3 Mètre, (0,9 p. F.,) Länge; und die Theilung des ſenkrechten Kreiſes giebt, mit Hülfe der Loupe, eine Gewiſsheit von 5 Decimal - Minuten, (2,7 Min.) Borda betrachtete dieſes Inſtrument als das erſte, das ſichere Inclinationen angebe, da alle übrigen, die uns ſo viel irrige Zahlen geliefert haben, nicht genau in die wahre Ebene des magnetiſchen Meridians geſtellt werden können. Um dieſes bei dem ſenkrechten Kreiſe des Bordaiſchen zu bewerkſtelligen, giebt es mehrere Methoden: 1. Man ſucht mittelſt einer mit Dioptern verſehnen Magnetnadel Gegenſtände im Magnet - Meridiane auf, und rückt den Kaſten, der den vertikalen Kreis enthält, ſo, daſs man durch zwei daran befeſtigte Dioptern dieſelben Gegenſtände wahrnimmt. 2. Oder man nimmt correſpondirende Inclinations - Höhen weſtlich und öſtlich vom Magnet. Meridiane, und findet daraus dieſen mit Hülfe des angebrachten Azimuthal - Kreiſes, indem die Cotangenten der Inclinationen, den Coſinuſſen des magnetiſchen Azimuths der Nadel proportional wachſen. 3. Oder man ſucht die kleinſte Inclination, indem man nach und nach das Inſtrument um den Azimuthal - Zirkel dreht. 4. Oder man ſucht den Punkt, in welchem die Nadel genau vertikal ſteht; 100 Decimal - Grad weiter, auf dem Azimuthal - Kreiſe gerechnet, hat man genau den magnet. Meridian." (Denn iſt *I* die wahre Inclination im magnetiſchen Meridiane, *i* die Inclination beim magnet. Azimuth

portional iſt. Das Phänomen iſt äuſserſt zuſammengeſetzt, und die magnetiſchen Anziehungskräfte

a, ſo muſs, da *cotg. i* : *cotg. i'* = *coſ. a* : *coſ. a'* iſt, *cotg. i* : *cotg. I* = *coſ. a* : 1, und wenn *i* ein rechter Winkel, alſo *coſ. i* = 0 wird, auch *coſ. a* = 0 und *a* ein Quadrant ſeyn.) „Giebt dieſe letztere Methode nicht denſelben magnet. Meridian als die erſte oder dritte, ſo kann man überzeugt ſeyn, daſs entweder der Compaſs nicht genau horizontal geſtellt iſt, oder daſs beide Enden der Nadel von ungleicher Schwere ſind. Ich habe bei meinen Beobachtungen mehrere dieſer Methoden zu verbinden geſucht, und mit Vergnügen geſehn, daſs meine Nadel ſo genau centrirt iſt, daſs ich immer einerlei Reſultat erhalte, ich mag die dritte oder die vierte der angegebenen Methoden wählen.“

„Um die *Stärke der magnetiſchen Kraft*, d. h. ihre *Intenſität*, zu meſſen, bediente ich mich ehedem des Sauſſüriſchen Magnetometers, eines, in Hinſicht des Transports, äuſserſt zarten Inſtruments. Borda rieth mir, mich der Oſcillationen der Inclinations-Nadel als eines *Magnetometers* zu bedienen, wie das ſchon auf der verunglückten Seereiſe Entrecaſteau's geſchehn ſollte. Ich habe die Oſcillationen der in den Magnet-Meridian geſtellten Nadel mit groſser Sorgfalt nach einem Berthoudſchen Chronometer beobachtet. Die Oſcillations-Geſchwindigkeiten ſind ſo gleichförmig, daſs, wenn einer die Nadel, ein andrer den Chronometer genau beobachtet, beide bis auf 0,2 zuſammen ſtimmen müſſen. Wie viele intereſſante Beobachtungen hätte ich nicht anſtellen können, hätte ich das Magnetometer vor 2 Jahren gekannt,

werden ſonderbar durch Urſachen verändert, die wahrſcheinlich nur local ſind.

als ich den gewaltigen, aus magnetiſchem Serpentin beſtehenden, *Heidberg* auffand, deſſen magnetiſche Atmoſphäre 8 Mètres, (24 p. F.,) davon noch wirkſam iſt, und die Polarität ohne Spur von Anziehung zeigt."

Als Commentar hierzu Folgendes. Gilt, was Coulomb durch ſeinen Windungs-Apparat von der Declinations-Nadel bei horizontaler Drehung derſelben dargethan hat, (Gren's *neues Journ. d. Phyſik*, B. II, S. 299,) auch auf eine ähnliche Art von der Inclinations-Nadel, und wird ſie, wenn man ſie in der Ebene des Magnet-Meridians aus der Linie der Ruhe entfernt, zu dieſer durch eine Kraft zurück getrieben, welche, ſofern ſie nach der Richtung der Ruhelinie wirkt, die Nadel gleichförmig beſchleunigt; ſo muſs die Inclinations-Nadel genau nach den Geſetzen des Pendels ſchwingen. Bei gleichen Pendellängen verhalten ſich aber die Zahlen von Schwingungen in einerlei Zeit, wie die beſchleunigenden Kräfte; und in ſo fern kann die Zahl der Oſcillationen der Inclinations-Nadel die magnetiſche Kraft meſſen. — Nouet, einer der Aſtronomen, welche Bonaparte nach Aegypten begleiteten, iſt mit einem ganz ähnlichen Bordaiſchen Inclinations-Compaſs von le Noir verſehn, und hat damit auf der Reiſe und in Nieder-Aegypten bis Suez viele Beobachtungen angeſtellt, welche dadurch, daſs ſie mit den von Humboldtſchen correſpondiren, noch intereſſanter werden, und die ich dem Leſer nächſtens mitzutheilen hoffe. *d. H.*

Beobachtet ſeit Vendem. J. 7. zu	Breite	Länge a)	Inclination d. Magnetnadel nach Graden d. neuen Kreistheilung.	Magnetiſche Kraft; Zahl der Schwingungen in 1 Minute.
Paris	48° 50′	20° 0′ O.	77,15° b)	24,5
Nimes	43° 50′	21° 59′	72,65	24
Montpellier	43° 36′	21° 32′	73,20	24,5
Marſeille	43° 18′	23° 3′	72,40 c)	24
Perpignan	42° 42′	20° 23′	72,55 d)	24,8
Gironne			71,75	23,2 e)
Barcellona	41° 23′	19° 52′	71,80	24,5
Cambrils			71,75	24,1
Valenzia	39° 29′	17° 29′	70,70	23,5
Madrit	40° 25′	13° 58′	75,20 f)	24 g)
Ferrol			76,15	23,7
auf dem Meere	32° 16′	2° 53′	71,50	24 h)
	26° 51′	0° 57′	67,00	23
	14° 13′	28° 3′ W.	55,80	23,9
	13° 51′	30° 2′	50,15	23,4
	10° 59′	44° 31′	46,50	23,7

a) Im *Journal de Phyſique* ſind dieſe Beobachtungen fehlerhaft und mangelhaft mitgetheilt. 1. Führt bei den Beobachtungen auf dem Meere das, was ich hier als Längen aufführe, die Ueberſchrift: Breite, und umgekehrt. 2. Wird mit keinem Worte erwähnt, wie die dort angegebenen Längen zu verſtehn ſind, von Paris oder vom Ferroer Meridian ab; ich muſs auf erſteres rathen, da die letzte Station bei 11° Br. 64½° L. hat, welche, von Ferro ab gerechnet, einen Ort an der mexicaniſchen Küſte hinter Portobelo bezeichnen würde, wo Herr von Humboldt offenbar nicht geweſen iſt, daher ich

Ich habe das *Meerwaſſer* häufig mit einer Dollondſchen Wage gewogen. Es wird nach dem Ae-

die dortigen Angaben auf den Ferroer Meridian reducirt habe. 3. Fehlen einige der europäiſchen Beobachtungen, die ich, (ſo wie auch folgende Bemerkungen über einige,) aus dem Briefe des Hrn. von Humboldt's in den *Allg. geogr. Eph.* des Hrn. von Zach, 1799 Aug, entlehne. *d. H.*

b) Mit dem ſehr mittelmäſsigen Inclinations-Compaſs auf der Pariſer National-Sternwarte fand Bouvard die Incl. am 26ſten Vendem. 77°,96, (70° 10′ der alt. Einth.) *v. H.*

c) Sie veränderte ſich vom 10ten Brum. bis 7ten Frim. durchaus nicht, obgleich das Inſtrument ſehr häufig auf der Marſeiller Sternwarte beobachtet wurde. *v. H.*

d) Trägt etwa die Nähe der Pyrenäen dazu bei, daſs die Inclination hier ſtärker iſt, als man ſie bei der ſüdlichen und weſtlichen Lage des Orts erwarten ſollte? *v. H.*

e) Eine ſehr oft wiederholte Beobachtung. Nach Barometer-Beobachtungen ſcheint der Ort 132 Toiſen über der Meeresfläche zu liegen. *v. H.*

f) Mittelzahlen nach einer groſsen Zahl von Beobachtungen. Die Berge von Guadarama enthalten viel magnetiſches Eiſen. *v. H.*

g) Eine genau horizontal geſtellte Magnetnadel von derſelben Länge wie meine Inclinations-Nadel, macht zu Madrit in der Minute regelmäſsig 8 Oſcillationen. Ich wäre neugierig, zu wiſſen, wie viel ſie in Paris macht. Ich habe mir vorgenommen, hierüber mit Hülfe des Coulombſchen Apparats ge-

quator zu minder dicht; doch läſst ſich nicht daran zweifeln, daſs das Minimum der Dichtigkeit nördlich von der Linie iſt, indem ſie von 18° 8′ Breite, nach dem Aequator hin, wieder zunimmt.

Ich bin nun dahin gelangt, die *Zerlegung der Luft* am Bord des Schiffs mit gleicher Leichtigkeit, als in meinem Laboratorio vorzunehmen. Einen ſchon angefangenen Auffatz über dieſe Zerlegungen werde ich dem National-Inſtitute überſchicken, und Sie werden darin finden, daſs die Seeluft unter 10° 30′ Breite, in den ſchönen mondhellen Nächten über 0,30 Sauerſtoff enthielt.

Auch über die *Temperatur des Meerwaſſers* habe ich ſorgfältige Verſuche angeſtellt. Sie nahm auf unſrer Reiſe von 12° bis auf 20,5° zu, und betrug an der Oberfläche des Meeres

bei Corunna.	12° R.
unter 35° 8′ Breite	13° —
29°	15° —
20° 8′	17° —
14° 57′	19° —
13° 30′	20,5° —

Sie wiſſen, daſs die Temperatur der Luft auf die Temperatur des Meerwaſſers nicht den mindeſten

naue Verſuche zu Quito und in Mexico anzuſtellen; es verſteht ſich, mit einer Nadel von gleicher Länge und Schwere. *v. H.*

h) Iſt es nicht ſtürmiſch, ſo laſſen ſich die Oſcillationen während 1 Minute auch auf dem Meere ſehr gut beobachten. *v. H.*

Einfluſs hat; in einerlei Breite bleibt ſie während aller Jahrszeiten dieſelbe. Aber überall, wo es Untiefen giebt, iſt das Meerwaſſer kalt, und ich ſah ſo das Thermometer darin von 20,5° bis auf 18° ſinken. Es iſt daher in der That ein glücklicher Gedanke, auf den Franklin, Jonathan Williams gebracht hatte, das Thermometer zum Sondiren zu brauchen, *) und ich werde künftig einmahl die Fortſetzung von Williams Karte liefern.

Mein Reiſegefährte Bonpland hat ſchon eine anſehnliche Sammlung von Pflanzen zuſammengebracht. Unſer Haus beſteht aus Quinquina-Holz. Wir werden hier Beobachtungen über den Zitteraal, (*gymnotus electricus,*) anſtellen.

*) *Tranſact. of the Americ. Soc.*, Vol. 3, pag. 82.

IX.

Ueber das verbeſſerte Haaſiſche Barometer,

von

F. W. Voigt,

Mechanicus zu Jena.

Herr F. S. Ortſtein, gegenwärtig im London, hat dieſes Barometer in Voigt's *Magazin für den neueſten Zuſtand der Naturkunde*, B. 1., St. 4, S. 142, ſehr deutlich beſchrieben; *) nur wenige Punkte ſind es,

*) Eine Beſchreibung des *ältern Haaſiſchen* oder *Hurterſchen* Barometers findet man im *Journ. de Phyſ.*, 1786, Nov., und daraus in Voigt's *Magazin*, B. V, St. 4, S. 84. Das *verbeſſerte* oder *neue Haaſiſche* Barometer beſchrieb ſchon der Erfinder Haas ſelbſt in Gren's *Journal der Phyſik*, Th. VII, S. 238 — 240, wo auf Taf. IV. die beiden erſten Figuren der Ortſteinſchen Zeichnung ſtehn. Beide Beſchreibungen ſind indeſs faſt durchgehends noch viel unverſtändlicher, als, nach Hrn. Voigt, die Ortſteinſche. Eigenthümlich iſt dieſer die Abbildung der Gefäſse der neuen Haaſiſchen Barometer, in einem ſenkrechten Durchſchnitte. Sie entlehne ich hier, (Taf. VII, Fig. 3,) um die Hälfte verkleinert, da man gegenwärtigen Aufſatz ohne dem nicht verſtehn würde, und ſie zugleich die angeführten Zeichnungen im Grenſchen Journale ergänzt.

Die Barometer-Röhre *b* iſt in eine Faſſung von Buxbaum *a* eingeküttet, um welche eine Hülſe von Meſſing

es, die ich ganz und gar nicht verſtehen kann, und dieſe haben mich vorzüglich bewogen, das Werk-

Meſſing *c* liegt, mit einer eingeſchnittenen Schraube, zu der in die untere Hälfte des Gefäſses *ddrrdd* die Mutter eingeſchnitten iſt. Zwiſchen beiden Hälften liegt der Rand eines dünnen, in Form einer Schüſſel gepreſsten Leders, *deed*, welches, wenn man die Schrauben anzieht, einen Beutel bildet, auf welchem das Queckſilber im Gefäſse ruht. Die darunter liegenden Theile des Gefäſses dienen, dieſen Beutel ſammt dem Queckſilber in die Höhe zu drücken oder herunter zu ziehn, und dadurch das Queckſilber in die Barometer-Röhre zu treiben, und darin zu verſchlieſsen, oder ein freies Spiel zu verſchaffen. Der ganze Theil *llll*, (welcher durch den Stift λ, der in einem ſenkrechten Schlitze der Wand *dd* ſitzt, ſich zu drehen verhindert wird,) ſteigt, wenn man die Schraubenmutter *tt*, in die er einfaſst, mittelſt des Griffs *ii*, (mit der der Stift *s* ſie verbindet,) umdreht, in die Höhe, und hebt dabei das lederne Schüſſelchen bis an den Ring ββ. Das mittelſte Meſſingſtück *m*, woran der Mittelpunkt des Leders befeſtigt iſt, wird durch eine ſchraubenförmige Springfeder, deren ſenkrechten Durchſchnitt man in der Zeichnung ſieht, gegen den Beutel gedrückt, und läſst ſich, nachdem *ll* bis an den Ring ββ hinaufgeſchroben iſt, mittelſt der ihn tragenden Schraubenmutter *tt*, welche in die Schraube *n* am untern Ende des Stückes *llll* eingreift, noch bis in die Höhlung unter der Barometer-Röhre *b* hinauf ſchrauben. Dadurch iſt das Queckſilber in dieſer Röhre verſchloſſen, und zwar ſo, daſs, je nachdem es ſich aus-

zeug einer nähern Prüfung zu unterwerfen; um ſo mehr, da die Verdienſte unſers Landsmannes Haas um die Naturlehre allerdings ſo ſind, wie ſie der Verfaſſer jener Beſchreibung ſchätzt.

Schon längſt haben wir in Deutſchland das *ältere* Haaſiſche Barometer, welches Herr Haas auf Veranlaſſung Cavallo's erfunden hat, verfertigt, aber ſeine Unbequemlichkeiten und Fehler, die der Erfinder ſelbſt offenherzig geſteht, machten, daſs es nicht allgemein werden konnte, und waren weder für Hurter noch für Haas ein Empfehlungsſchreiben. Als ich vor 4 Jahren Gelegenheit hatte, das *phyſikaliſche Kabinett zu Gotha* aufmerkſamer zu betrachten, intereſſirten mich die Reiſe-Barometer vorzüglich, von denen ich eine vollſtändige vortreffliche Sammlung antraf. Die Reiſe-Barometer waren faſt durchgängig von den Erfindern ſelbſt verfertigt, und die beiden Haaſiſchen hatte der Herr Sekretär Schröder mit ungemeinem Fleiſse gearbeitet. Das eine derſelben befand ſich damals in der Behauſung des Herrn Sekretärs Schröder, und hatte — Luft gefangen; das andere, auf

dehnt oder zuſammenzieht, die Springfeder etwas herabgedrückt, oder *m* weiter hinaufgetrieben wird, es alſo auch bei Stöſsen immer verſchloſſen bleibt, ohne daſs man das Zerſpringen der Barometer-Röhre befürchten dürfte. In dieſer Lage ſtöſst der Vorſprung *x x* des Stückes *n* an den untern Rand von *i i* an. Das übrige erklären die Verhandlungen dieſes Aufſatzes, und die Anm. S. 468. *d. H.*

dem Kabinette aufgeſtellte, ſchien, nach dem im Gefäſse beindlichen Queckſilber zu urtheilen, ſehr lange in dieſem Zuſtande geweſen zu ſeyn.

Kurz vorher hatte ich dieſes Barometer in *Weimar* näher kennen gelernt. Zwei mit vorzüglicher Schönheit gearbeitete Exemplare, ebenfalls von Schröder, befinden ſich daſelbſt in den Händen des Herrn Lieutenants Vent, welcher mich erſuchte, dieſelben in Ordnung zu bringen. Es war mir beinahe unmöglich, ſie zu öffnen und zu ſchlieſsen, ohne Luft hineinſchlüpfen zu laſſen; und ich erinnere mich, daſs ich das eine, weil ich gewiſſenhaft verfahren wollte, gegen viermahl auskochen muſste. Meine Geduld ging hierüber zu Ende. Als ich es das letzte Mahl ausgekocht und verſchloſſen hatte, war ich ſo glücklich, es in dem Zimmer des Herrn Lieutenants Vent ohne Nachtheil aufzurichten, habe es aber bald nachher wieder in Unordnung geſehen.

Se. Durchlaucht der *Herzog* von Gotha lieſs einſt, wie mir der Herr Sekretär Schröder erzählte, mit mehrern Barometern auf dem Thüringer Walde gleichzeitige Beobachtungen anſtellen. Die Haaſiſchen Barometer wurden dem letztern nebſt ſeinen Gehülfen übergeben, ob ſie gleich damahls ganz neu verfertigt waren; ein Beweis, (?) daſs nur diejenigen, welche mit dem Baue, und folglich auch mit den übeln Eigenſchaften deſſelben, ganz vertraut waren, damit umgehen konnten. Das mag auch wohl Urſach geweſen ſeyn, warum die

von Cavallo in der Londner Geſellſchaft der Wiſſenſchaften vorgeleſene Beſchreibung nie abgedruckt wurde. — Dieſes als Beitrag zu dem eigenen Geſtändniſſe des Herrn Haas. *)

Was das *neue*, *verbeſſerte Haaſiſche Barometer* betrifft, ſo ſagt Herr Ortſtein im Voigtſchen *Magazine*, S. 145: „Die Verbeſſerung des Hrn. Haas „erſtreckt ſich auf zwei Haupttheile des Barome-„ters. Er ſuchte nicht nur den Queckſilberbehäl-„ter vortheilhaft und ſo einfach als möglich (?) „einzurichten, ſondern er beſtrebte ſich auch, der „Röhre an dem Ende, wo ſie ihr Queckſilber mit „dem im Behälter verbindet oder abſondert, eine „zweckmäſsige Form zu geben." (Siehe *b*, Fig. 3.)

Ob die von Herrn Haas angegebene Form hierzu zweckmäſsig ſey, kömmt mir ſehr problematiſch vor; eben ſo problematiſch iſt die Ortſteiniſche Beſchreibung dieſer Einrichtung. Herr Ortſtein ſpricht von Verbindung und Abſonderung des Queckſilbers in der Röhre mit dem im Behälter, und ſcheint

*) Jene ältern Haaſiſchen Barometer haben noch die in der That ganz *unique* Einrichtung, daſs das Thermometer, welches zur Berichtigung des Einfluſſes der Wärme auf das Barometer beſtimmt iſt, mit ſeiner Kugel in *das Queckſilber des Gefäſses eingetaucht* iſt. Man gieſst nun das Queckſilber, welches man vielleicht in der Taſche getragen hat, in daſſelbe, und das Thermometer empfindet 10 — 15 Grad mehr Wärme, als das Barometer. Ich weiſs nicht, was man dazu ſagen ſoll. *Voigt.*

hier das *ältere* Haaſiſche Barometer mit dem *neuern* zu verwechſeln; denn in dieſem letztern kann ja das Queckſilber in der Röhre von dem im Behälter gar nicht abgeſondert werden. Was das ältere betrifft, ſo glaube ich ganz gewiſs, daſs die von Hrn. Haas angegebene Geſtalt und Faſſung der Glasröhre den Fehler des Luftfangens veranlaſst. Die Barometer-Röhre iſt an demſelben ebenfalls ſpitzig ausgezogen, und die Faſſung derſelben hat eine Mündung, welche das Kaliber der Röhre weit übertrifft. Vor dieſe keſſelförmig ausgedrehte Mündung legt ſich die Feder des Verſchluſſes an. Dieſelbe ſichert nun zwar den Verſchluſs auſserordentlich, ſie dient aber zugleich dazu, die Luft, wenn ſich einmahl welche darunter verlieren ſollte, um deſto ſicherer in die Röhre zu führen.

Jedem, der die Sache ohne Vorurtheil betrachten will, muſs hier ein auffallender Widerſpruch einleuchtend werden. Zuerſt *verengert* H. Haas die Oeffnung der Barometer-Röhre, und glaubt ſie hierdurch gegen das zu ſchnelle Eindringen der Luft zu ſichern. Dieſe enge Oeffnung umgiebt er nun wieder mit einer *weitern*, welche folglich nach ſeinen Ideen leichter Luft fängt. Iſt nun die Luft einmahl in der Faſſung, ſo iſt ſie folglich auch bald darauf, wiewohl etwas langſamer, in der Röhre.

Zugegeben, daſs das Verengern der Röhre die Oſcillation des Queckſilbers vermindert, ſo iſt nur ein Theil der Urſache des Luftfangens beim älteren Haaſiſchen Barometer dadurch aufgehoben worden.

Durch das Schütteln des Queckſilbers im Gefäſse kann, unabhängig von der Oſcillation, Luft unter dieſe weite Mündung gebracht werden, und dies wird natürlich um ſo eher geſchehen, je weiter dieſelbe iſt, und je niedriger ſie unter dem Queckſilber im Gefäſse ſteht. Ich habe dieſem Zufalle bei meinem Umgange mit dem ältern Haaſiſchen Barometer ordentlich zugeſehen, und wundere mich ſehr, wie Herr Ortſtein dem Herrn Haas hierin beipflichten kann, wenn dieſes anders deſſen Abſicht iſt.

Ich habe groſse Urſache, hieran zu zweifeln, und glaube vielmehr, daſs Herr Haas von Herrn Ortſtein nicht verſtanden worden iſt. Denn S. 148 werden dieſe Formen noch einmahl nebſt ihrer Abſicht und Wirkung vorgenommen, und hier iſt die Beſchreibung ganz verworren und das Raiſonnement gänzlich falſch und unverſtändlich. Herr Ortſtein ſagt hier: „Bekanntlich wurde ehedem, ſo „wie auch noch jetzt, in den übrigen mir bekannten „tragbaren Barometern, das Queckſilber durch die „Verkleinerung des Raums aus dem Behälter in die „Röhre gezwungen; und da man nachher *das häu-„ſige Abſchlagen* *) der Röhre, durch die Abſon-„derung des Queckſilbers in der Röhre von dem im „Behälter durch unmittelbares Andrücken an die

*) Ich frage, was ſoll man ſich hier unter dem Worte: *Abſchlagen*, denken? Sollte ſich Herr Ortſtein wohl ſelbſt verſtanden haben? *Voigt.*

„gleich weit offene Röhre, bewirken wollte, ſo ent-
„ſtand hierdurch ein noch gröſseres Uebel."

Um hierüber kürzlich zu urtheilen, ſo muſs ich geſtehen, daſs Herrn Ortſtein ſehr viele Barometer unbekannt ſeyn müſſen, bei welchen das Queckſilber nicht durch die erwähnte Manipulation aus dem Behälter in die Röhre gebracht wird. Wir auf deutſchem Grund und Boden, ſind der einſtimmigen Meinung, daſs gerade dieſe Barometer, (Magellan's und Aſſier-Perica's,) vorzüglich ſchlechte Barometer ſind. Von einem häufigen Abſchlagen der Röhre an dieſem Barometer wiſſen wir nichts, wohl aber davon, daſs zu vieles Queckſilber durch den Beutel dringt. Eben ſo wiſſen wir gar nicht, wer die Abſonderung des Queckſilbers im Behälter von dem in der Röhre durch unmittelbares Andrücken an die gleich weit offene Röhre hat bewirken wollen? (Herr Münzmeiſter Gödeking *) hat zwar etwas der Art verfertigt, aber ich glaube ſchwerlich, daſs dieſes Produkt dem Herrn Ortſtein bekannt iſt, noch weniger, daſs es ein Reiſe-Barometer genannt werden darf, da es auſser dieſem erſtaunlichen Fehler, deſſen Folgen Herr Ortſtein uns weiter unten erzählt, noch unzählige andere beſitzt. Es läſst nämlich bei öfterm Gebrauche Queckſilber durch die Druckſchraube *g*;

*) Scherer's *Journal der Chemie*, 2ten Bandes, 1ſtes Heſt, S. 93. *Annal. d. Phyſ.*, II, 324.

eine in der That wenig empfehlende Eigenſchaft eines Reiſe-Barometers.)

Weiter ſagt Herr Ortſtein; „Es könnte nämlich das in der Röhre abgeſonderte Queckſilber, „bei veränderter Temperatur, ſich nicht gehörig „ausdehnen oder zuſammenziehen; es müſste alſo „entweder die Röhre allemahl zerſprengen, oder „beim Schluſſe herausdringen und", (hier iſt vergeſſen: *beim wieder zuſammenziehen*,) „Luft in die „Röhre laſſen." Der Erfinder des erſten und wahrſcheinlich noch bis jetzt beſten Reiſe-Barometers, der berühmte de Lüc, hat *ſchon* allen dieſen Dingen vorgebeugt, und Herr Ortſtein ſcheint ſeine Verhandlungen über dieſe Gegenſtände gar nicht zu kennen. In ſeinen Unterſuchungen über die Atmoſphäre, Seite 30 bis 34, befindet ſich hierüber ein eigner Artikel. — Hier iſt *ja ſchon am Heber-Barometer ein Beutel*, *) (aber nicht von Leder, ſondern von *Goldſchlagerhäutchen*,) an welchen eine Feder drückt. Herrn de Lüc iſt nie eine Röhre durch das Ausdehnen des Queckſilbers geſprungen, **) und den ſchädlichen Folgen des Zuſammenziehens hat er durch ſeine Einrichtung völlig vorgebeugt. Freilich können bei jedem andern

*) Wer weiſs, ob nicht Magellan ſchon durch den Beſitz eines ſo eingerichteten Barometers *praktiſch* auf die unglückliche Idee ſeines Barometers gekommen iſt. *Voigt.*

**) Mir auch nicht. *Voigt.*

Verſchluſſe als dem durch Kork, Röhren durch die Ausdehnung zerſprengt werden; aber, warum müſſen wir denn zu dieſen Mitteln unſre Zuflucht nehmen? warum, um des Himmels willen! ſoll denn das reine Queckſilber *par force eingeſchraubt* und *eingekerkert* werden? Muſs denn das ſeyn? Muſs das Barometer in aufrechter Lage getragen werden? muſs es ſich von ſelbſt ſenkrecht hängen?

Ich laſſe Herrn Ortſtein weiter reden. „Beides ſuchte Herr Haas auf folgende einfache Art „zu vermeiden und zu verbeſſern (?). Er gab zuvörderſt der Röhre an ihrem unterſten Ende eine vortheilhaftere Form durch das Zuſammenziehen, wie „es die Figur zeigt, um die allzufreie Bewegung „des Queckſilbers in der Röhre zu vermindern, lieſs „ſie tiefer in die Faſſung ein, und gab der letztern „in der Mündung der Röhre eine Höhlung, deren „Durchmeſſer beträchtlich gröſser als der Durchmeſſer der Röhre war. Man braucht Kennern „die Wichtigkeit dieſes Vortheils in Rückſicht der „Ausdehnung des Queckſilbers nicht erſt umſtändlich zu erklären. Gewiſs iſt es, daſs Herr Haas „ſchon hierdurch ſeinen Zweck erreichte. etc. *)

Dies alles iſt mir, den einzigen Punkt der Verminderung der Oſcillation ausgenommen, völlig unbewuſst; ich geſtehe zwar hier meine Unwiſſenheit, und mein Verſtand, ſo ſchlicht und ungekünſtelt

*) Ich muſs geſtehen, hierüber möchte ich von Hrn. Ortſtein ſelbſt Belehrung erhalten. *Voigt.*

er ſeyn mag, ſagt mir, daſs den Folgen der Ausdehnung des Queckſilbers im Barometer durch keine Geſtalt der *feſten unbiegſamen* Theile deſſelben abgeholfen werden könne, ſie ſey welche ſie wolle.

* * *

Das, was ich bis jetzt geſagt habe, iſt dasjenige, was ich gegen die Ortſteiniſche Beſchreibung des Haaſiſchen Barometers als ſolche, und über Hrn. Ortſtein's eigene Geſichtspunkte dieſer Dinge, zu ſagen hatte. Ich wende mich nun an die Sache ſelbſt; und hier ſehe ich mich genöthigt, vieles in einem ganz andern Lichte darzuſtellen, und die wahren Abſichten und Motive des Herrn Haas aus der deutlichen Zeichnung, Fig. 3, ſo wohl, als aus der *übrigens* deutlichen Beſchreibung des Herrn Ortſtein erſt zu entwickeln.

So lange es Künſtler in England gab, und ſo lange dieſe Barometer verfertigten, war es ihre vorzüglichſte Abſicht, dem Barometer eine ſymmetriſche Form zu geben, und es ſo zu conſtruiren, daſs es ſich von ſelbſt wagerecht hängt. Die engliſchen Arbeiten zeichen ſich immer durch gewiſſe Eigenheiten, durch die ſogenannten *comfords*, niedliche und compendiöſe Anordnung der Theile und guten Geſchmack aus. Man kann auch nicht läugnen, daſs die erwähnte Form des Barometers ſehr viele Vortheile beſitzt. Daher kam es, daſs auch andere Künſtler entweder dieſe Einrichtungen gern nachahmten, oder gar auf neue und ähnliche dachten.

Magellan war der Erſte, welcher den Einfall hatte, das Volum der Gefäſse zu verändern und dadurch das Niveau zu berichtigen. Sein Reiſe-Barometer hatte zuerſt den ledernen Beutel; Aſſier-Perica *) folgte ihm hierin, verwandelte aber das Magellaniſche Barometer, welches ein Mittelding zwiſchen Gefäſs- und Heber-Barometer war, wieder in ein vollkommnes Gefäſs-Barometer, hatte aber zuerſt den unglücklichen Gedanken, einen Schwimmer zur Berichtigung des Niveau anzuwenden. **)

Das *ältere Haaſiſche* Barometer weicht zwar von dieſem Baue beträchtlich ab, allein man ſieht es doch bald, daſs ſich der Erfinder von jenen Ideen nicht ganz loswinden konnte. Jene Barometer hatten doch, trotz aller ihrer Unvollkommenheiten, die Bequemlichkeit, daſs man ſie nicht zu neigen brauchte, ſondern, wie Herr Ortſtein ſelbſt ſagt, das Queckſilber wurde in ihnen durch Verkleinerung des Raums aus dem Behälter in die Röhre *gezwungen*. Ich habe gefunden, daſs Herr Haas eben hierdurch, daſs er dieſe Einrichtung verlieſs, und ſein Barometer wieder beim Verſchluſſe neigen muſste, einen Schritt rückwärts ging, und daſs ſein Barometer viel leichter Luft fängt, als die erſten, vor ihm erfundenen.

*) Lichtenberg's *Magazin*, 1ſten Bandes 3tes St., S. 98.

**) Luz *Beſchreibung neuer Barometer*, S. 19.

Dies hat nun Herr Haas ſehr wohl gefühlt, und iſt daher wieder zur erſten Art der künſtlichen Reiſe-Barometer zurückgekehrt. Sein neues Barometer iſt in der That nur eine Veränderung des Reiſe-Barometers, welches von Aſſier-Perica erfunden, und auch im Voigtſchen Magazine beſchrieben worden iſt. Er hat es bloſs dadurch verbeſſert, daſs er unter dem ledernen Beutel eine Springfeder anbrachte, um die Folgen der Erwärmung und Erkältung zu verhindern. Im Uebrigen unterſcheidet ſich das *neuere Haaſiſche* Barometer-Gefäſs von dem des Aſſier-Perica nur dadurch, daſs es *undurchſichtig* iſt. Der Hauptkörper deſſelben iſt von Holz und mit Meſſing bedeckt; der des Aſſier-Perica hingegen, iſt von Glas. Dies iſt meines Erachtens ein groſser Nachtheil für jenes Barometer, und macht freilich Herrn Haas *die Skale* am Queckſilber-Behälter ſehr *wichtig*; denn ohne dieſe würde beim Oeffnen des Barometers entweder Luft in die Röhre kommen, oder Queckſilber aus der Oeffnung *f*, (Fig. 3,) herausfahren. *)

*) Um das Barometer ſo tragbar als möglich zu machen, giebt Herr Haas dem Queckſilberbehälter nur einen kleinen Umfang, und muſs daher vorm Oeffnen der Druckſchraube, welche die Oeffnung *f* verſchlieſst, voraus wiſſen, wie weit ungefähr der Lederbeutel zurückzuſchrauben iſt, damit weder das Queckſilber zu dieſer Oeffnung herauslaufe, noch unter die Platte ββ herabſinke. Zu dem Ende iſt an dem Schlitze, worin

Die Sache verhält ſich kürzlich ſo: Man ſtelle ſich das Barometer vollkommen mit Queckſilber gefüllt und verſchloſſen vor. Wollte man es öffnen, ehe man den Behälter erweiterte, und dem aus der Röhre tretenden Queckſilber Platz gemacht hätte, ſo würde dieſes Queckſilber eine völlig gleiche Quantität aus dem Gefäſse durch die Oeffnung *f* heraustreiben, und dieſes würde verlohren gehen. Bei dem nächſten Verſchluſſe würde nun an dem Queckſilbermaaſse etwas fehlen, und man würde durch das gröſste Zuſammendrücken des Beutels das Volum nicht ſo weit verkleinern können, daſs die Röhre mit Queckſilber gefüllt würde.

der Stift λ ſich herauf- und herunterbewegt, eine Skale angebracht. Dieſe giebt, der Höhe des jedesmahligen Standpunkts über der Meeresfläche gemäſs, die Stelle an, bis auf welche λ geſchroben werden muſs, ehe man die Druckſchraube über *f* öffnet. Erſcheint dann nach Oeffnung dieſer Schraube, (die man in der Zeichnung des Haaſiſchen Barometers in Gren's *Journ.*, B. 7, Taf. IV, erblickt,) die Spitze des kleinen Schwimmers eben in der Oeffnung, ſo ſteht das Queckſilber des Behälters im richtigen Niveau, von welchem der Nullpunkt der Skale ab gerechnet iſt; wo nicht, muſs man den Beutel mittelſt des Stücks *i i* noch ſo weit herauf- oder herabſchrauben, bis dieſes genau der Fall iſt. Hat man den Barometer-Stand beobachtet, und will das Inſtrument wieder einpacken; ſo muſs man zuerſt dieſe Oeffnung, wodurch ſich der Schwimmer zeigt, zuſchrauben. *d. H.*

Wollte man im Gegentheile das Barometer nicht eher öffnen, bis man den Beutel erweitert hat, und dieſen erſt zurückziehen, ſo könnte leichtlich der Fall kommen, daſs man hier das gehörige Maaſs überſchritte, und alles über der Linie $\beta\beta$ ſtehende Queckſilber zurücktreten lieſse, wofür Luft unter den Keſſel $\beta\beta$ treten würde, welche hierauf in die Röhre gelangen müſste.

Damit man nun keinen von dieſen Fehlern begehe, und den Behälter vor dem Oeffnen des Verſchluſſes weder zu viel noch zu wenig erweitere, erfand Herr Haas die *Hülfs-Skale* an dem Gefäſse. Dieſer Hülfs-Skale bedarf Aſſier-Perica's Barometer nicht, und ſie iſt ſehr mühſam zu verfertigen, wegen des Verhältniſſes der Durchſchnittsfläche der Röhre zu dem des Gefäſses, welches bei Hrn. Haaſens Reiſe-Barometer eine verwickelte und unregelmäſsige Form hat. Es iſt, wie ſchon der Augenſchein lehrt, ein abgeſtumpfter Kegel, aus welchem ein ähnliches Volum umgekehrt herausgenommen iſt. Hierzu kömmt noch der Keſſel über $\beta\beta$, Fig. 3.

Ich glaube daher, daſs Herr Haas dieſe Skale empiriſch beſtimmt hat, und gebe zu, daſs ein ſolches Verfahren leichter, wiewohl dennoch immer mühſam genug ſeyn möchte; aber die erwähnte Hülfs-Skale paſst auch nun *für dieſe*, und *keine andere Röhre.* Iſt dieſe zu Grunde gegangen, ſo muſs man entweder eine von *völlig gleichem Durchmeſſer* einſetzen, oder man muſs die Skale ändern; — ein ſehr nachtheiliger Umſtand.

Ich meines Orts finde ſchon darin etwas ſehr Anſtöſsiges, daſs ich die Höhe meines Orts über der Meeresfläche im voraus, (ſey es auch noch ſo obenhin,) wiſſen muſs, wenn ich das Haaſiſche Barometer brauchen will. Beinahe wäre es nöthig, daſs man noch ein ſchlechteres Barometer bei ſich führte, um erſt mit dieſem die ungefähre Höhe zu finden, um dann das Haaſiſche Barometer zu gebrauchen, (ſo wie man ungefähr an dem Newtoniſchen Teleſkop einen Sucher nöthig hat, ehe man einen Gegenſtand durch daſſelbe finden kann.) Gern will ich zugeben, daſs dies kein weſentlicher Einwurf in bekannten Gegenden iſt, wo ſchon mehrere Beobachtungen gemacht ſind; aber auf dem Chimboraço hätte Bouguer wohl ſchwerlich mit dem HaaſiſchenBarometer meſſen können, und daſs es daſelbſt *jetzt* brauchbarer ſeyn möchte, oder ohne Deſtruction von dort zurückkommen kann, verdankt es bloſs den früher erfundenen, ohne welche es eine Null iſt. Das Reiſe-Barometer des Aſſier-Perica iſt von dieſem Fehler frei, und braucht dieſe ängſtliche Vorſicht nicht, indem der Hauptkörper deſſelben von Glas iſt, durch welches man das Queckſilber beobachten kann.

Die für das Barometer ſo nachtheiligen Einflüſſe der Veränderung der Temperatur, hat Herr Haas wohl nie durch die an der Mündung der Röhre angebrachte Höhlung aufheben wollen. Ich ſehe die Wichtigkeit dieſes Vortheils in Rückſicht der Ausdehnung des Queckſilbers gar nicht ein, glaube

auch keinesweges, daſs Herr Haas hierdurch ſeinen Zweck gewiſs erreicht hat; vielmehr ſcheint mir dieſe Einrichtung aus ganz andern Gründen nothwendig zu ſeyn. Jede einfache Toricelliſche Röhre, welche gerade in ein Gefäſs mit Queckſilber geſetzt wird, ohne umgebogen zu werden, muſs, wenn man ſie aufrichten will, mit etwas verſchloſſen werden, damit nicht Luft in dieſelbe ſchlüpfe, welches natürlich erfolgen muſs, wenn früher Queckſilber aus der Röhre läuft, ehe ſie von dem im Gefäſse befindlichen ganz umgeben iſt. Die Barometer, deren Röhre ins Gefäſs feſt gekittet iſt, bedürfen hierzu einer Einrichtung des Gefäſses, welche Herrn Haas völlig mangelt. Man muſs nämlich ein ſolches Gefäſs auf dem Boden öffnen, in ſenkrechter umgekehrter Lage des Barometers die Röhre und das Gefäſs ganz voll Queckſilber füllen, das Gefäſs wieder verſchlieſsen, und hierauf, nachdem das Barometer wieder umgekehrt worden, ſo viel Queckſilber herausnehmen können, als das aus der Röhre hinzukommende, nebſt dem im Gefäſse *nöthigen Luſtraume* beträgt. Wo iſt nun beim Haaſiſchen Barometer an eine ſolche Einrichtung zu denken? Was ſoll man machen, wenn man das Haaſiſche Barometer fertig hat, und es *umkehren* und *gebrauchen* will? oder was ſoll der Theoretiker machen, der es verdorben hat, wenn kein Künſtler in der Nähe iſt? und die Unmöglichkeit eines ſolchen Falles iſt doch wahrlich ſo gar groſs nicht!

Da

Da ich mir nun vorgenommen hatte, das Haaſi-ſche Barometer zu meinem Gebrauche und deſto ſicherer inductiver Prüfung, ſo genau als möglich, ſelbſt zu verfertigen, um ſeine Bearbeitung und Gebrauch ganz aus Erfahrung und ſicher kennen zu lernen; ſo muſsteich der Art und Weiſe nachſpüren, wie es wohl möglich ſey, die gefüllte Röhre umzuwenden und das Queckſilber beim Füllen mit dem im Gefäſse zu vereinigen, ohne Luft in die Röhre zu bringen.

Die unter der Oeffnung der Barometer-Röhre und über der Linie $\beta\beta$ befindliche keſſelförmige Vertiefung, welche nach Herrn Ortſtein die ſchädliche Folge in Rückſicht der Veränderung der Wärme und Kälte vermindern, oder wohl gar aufheben ſoll, ſchien mir dieſem meinem Unternehmen anfangs eben ſo ſehr im Wege zu ſtehen, als ſie ſich nachher beförderlich zeigte. Herr Haas kann ſein Barometer nicht anders als folgender Geſtalt füllen und umkehren: 1. Muſs das Stück *dddd* mit Allem, was daran befeſtigt iſt und dazu gehört, abgenommen, und die Röhre bis zu ihrer Oeffnung gefüllt und ausgekocht ſeyn; 2. verſchlieſst man die Oeffnung *f* mit der darüber ſtehenden Schraube und Druckplatte *a*; 3. füllt man, indem man das Barometer umgekehrt oder ſenkrecht hält, ſowohl den über $\alpha\alpha$ als über $\beta\beta$ befindlichen Gefäſsraum ſo voll Queckſilber, als möglich; dann ſchraubt man 4. das Stück *dddd* mit dem Lederbeutel an, und ſchraubt das Stück *llll* mittelſt des Handgriffes der Mutter

tt ſo nahe an $\beta\beta$, als ſich thun läſst; doch wird dieſes noch nicht hinreichen, den Beutel an die Mündung $\beta\beta$ gehörig anzudrücken; dazu, und um die Röhre inzwiſchen zuſchlieſsen, ſchraube man 6. auch den Stiel *m* durch die Mutter *xxn* ſo weit zurück, bis er den Beutel in den Keſſel hinein und an ſeinen Rand $\beta\beta$ andrückt. Hierauf wende man 7. das Barometer um. Das Queckſilber im Gefäſse über *ax* wird in die Falten des Beutels herabfallen, und die Luft ſich oben an die Oeffnung *f* anlegen. Dann ſchraube man 8. den Stiel *m*, und zuletzt auch *llll* zurück, und erweitere das Gefäſs gehörig; und nun iſt das Barometer im Stande, (vorausgeſetzt, daſs es gelungen ſey, das Leder des Beutels ſo an die Mündung $\beta\beta$ anzudrücken, daſs keine Luft dazwiſchen geblieben iſt, und daſs man beim Wenden die in den Falten über *ee* befindliche Luft alle in die Höhe, und dafür Queckſilber an ihre Stelle gebracht hat.)

Das ſo organiſirte Barometer kann freilich *kein allzu freies Spiel des Queckſilbers* vertragen, welches meines Erachtens noch ein Haupterforderniſs eines guten Barometers iſt. *) Der kärglich abgemeſſene körperliche Raum des Gefäſses und ſein geringes Verhältniſs zur Röhre machen nun die beſondere *Hülfs-Skale* bei λ nothwendig, nach

*) In dem erſten Hefte meiner Beiträge habe ich hierüber Facta aufgeſtellt. *Voigt.*

welcher das Queckſilber im Gefäſse nun erſt *abgeglichen* werden muſs. Dieſes muſs durch Herausnehmen und Zuſetzen geſchehen, und iſt meines Erachtens noch eine ſehr ſchwierige Sache.

So gern ich daher mit meinem Urtheile auf der Seite des übrigens ſo verdienſtvollen Künſtlers bleiben möchte, und ſo hoch ich ſeine Talente achte: ſo wenig kann ich das Erſtere; das Letztere werde ich immer thun. So gern ich in meinem Endurtheile, welches ich nach Vollendung des Haaſiſchen Barometers als Praktiker zum Beſten geben werde, Alles, was ich zum Nachtheile dieſes ſo ſcharfſinnig combinirten Inſtruments geſagt habe, zurücknehmen möchte; ſo wenig wahrſcheinlich iſt dieſes, da noch nie in unſerm Vaterlande ein günſtiges Urtheil über die *Beutel - Barometer* iſt gefällt worden, man im Gegentheile ſehr viele Beſchwerden von je her gegen ſie geführt hat, und ſie einige Einrichtungen beſitzen, welche keine Kriterien der genaueſten Barometer ſind, und die ich jetzt nicht alle berühren konnte, aber bei anderer Gelegenheit urgiren werde. Ich habe das, was Luz dagegen ſagt, erwogen,*) und dieſem erfahrnen Manne, der ſelbſt Praktiker iſt, darf man wohl trauen. In *Gotha* habe ich nichts über dieſe Barometer, weder zu ihrem Lobe noch Tadel, erfahren können, daher habe ich's mir zur

*) Luz *Beſchreibung neuer Barometer*, S. 213 bis 223.
Voigt.

Pflicht gemacht, das neueſte und vollkommenſte ſelbſt zu verfertigen. Seine Verfertigung iſt, wie ich im voraus beurtheilen kann, keinesweges leicht, und für ein einfaches Inſtrument wird man es wohl ſchwerlich anerkennen. Es iſt aber gut, wenn die Hand des Künſtlers geübt wird; denn die, welche zu jedem ſtrenge zu erreichenden Zwecke eines eignen mechaniſchen Hülfsmittels bedürfen, ſind keine Künſtler, ſondern nur Handwerker.

Nach ſeiner Vollendung werde ich mehr darüber ſagen, und in meinen weitern Verhandlungen darüber, die ſich vorzüglich auf inductive Vergleichung des Haaſiſchen Barometers mit einem neuern von mir erfundenen, (das ich bald beſchreiben werde,) beziehen ſollen, nie die Achtung aus den Augen ſetzen, die ich als Anfänger einem achtungswerthen Vorgänger ſchuldig bin.

X.

AUSZÜGE AUS EINIGEN BRIEFEN AN DEN HERAUSGEBER.

1. *Vom Herrn Prof.* Egidius Heller.

Fulda, den 16ten Januar 1800.

Sie erhalten hierbei einen kleinen Beitrag zu den Annalen. *) Er enthält Beobachtungen, die mir viel Zeit und Geduld gekoſtet haben; ernte ich dafür den Beifall des Publikums, ſo richtet mich das wieder auf.

Durch meine ein ganzes Jahr täglich fortgeſetzte Beobachtungen über den *magnetiſchen Mittelpunkt des weichen Eiſens*, bin ich auf ein Reſultat gekommen, das ſo neu und paradox iſt, daſs ich mich beinahe fürchte, es ſogleich bekannt zu machen, und doch bin ich davon überzeugt. Ich habe nämlich gefunden, daſs bei einer gewiſſen, jedoch nicht gewaltſamen Vorrichtung, der Magnetismus des Eiſens, (wie er von der Erde darin erzeugt wird,) nicht nur bei den verſchiedenen Sonnenſtänden, ſondern auch zur Zeit der Mondsphaſen,

*) Den ſehr ſchätzbaren Aufſatz *über den Einfluſs des Sonnenlichts auf die Verdünſtung*, welcher ſchon im zweiten Stücke dieſes Bandes, S. 210 ff., abgedruckt iſt. *d. H.*

deutliche und auffallende Veränderungen erleidet. Ich bin von der Aſtrologie ſo weit entfernt, als China von Chur. Doch fürchte ich mich beinahe, etwas aſtrologiſch - dummes zu ſagen, wenn ich meine obige Erfahrung bekannt mache. Ich ſetze ſeit dem neuen Jahre dieſe meine Beobachtungen fort, jedoch mit einer Veränderung, von der es abhängt, ob meine Meinung beſtätigt werde. Vielleicht iſt dieſe meine Aengſtlichkeit übertrieben. Schon Prevoſt hat ja den Magnetismus von der Vorrückung der Nachtgleichen abhängig machen wollen. Ich verlaſſe mich auf Erfahrungen: nöthigen mich die, ſo muſs meine Furcht weichen. Ich habe dieſe Aengſtlichkeit von meinem liebenswürdigen Lehrer, dem Herrn Hofrath Succow in Heidelberg, geerbt. Hätte ich dafür nur ſeine übrigen Tugenden geerbt! Unterdeſſen, wenn ich meine Beobachtungen einſt bekannt mache, ſo bin ch über die Art verlegen, womit ich es thue: es muſs ſo geſchehen, daſs es überzeugt; das heiſst wohl, ich muſs meine Beobachtungen mit Haut und Haar vorlegen. Nun ſtellen Sie ſich die Maſſe vor: beinahe täglich zweimahl obſervirt, und das durch 12 Monate hindurch, und zwar lauter Zahlen! Das macht bei unſerm delikaten Publikum ein widriges Anſehen. Wenn Sie ſich dazu verſtehen wollten, dieſe Beobachtungen in Ihre Annalen aufzunehmen; ſo müſsten ſie nur in einigen Stücken hinter einander folgen, damit man den Leſern die Weile nicht zu lang machte. Dann

würden die Tabellen ungefähr den Raum von 9 bis 10 Blättern einnehmen. *)

Ich habe jetzt eine Reihe von *mikro-electrometriſchen* Verſuchen angefangen, um zu erfahren, ob das electriſche Fluidum ein permanenter Stoff ſey, und mit ſeiner Totalmenge immer exiſtire, was uns die Compendien ſagen, und ich mit Herrn de Lüc und Kortum nicht glaube. Ob Herr Schelling Verſuche angeſtellt habe, zweifle ich. Ich halte viel auf eine Menge von Beobachtungen, und werde daher noch lange Zeit hierin fortfahren.

---

2. *Vom Herrn Hofrath und Raths-Advokaten* Seiferheld *an den ſel.* Gren.

Schwäbiſch-Hall, den 4ten October 1790.

— — Bis daher bediente ich mich mit vieler Zufriedenheit eines ſelbſt verfertigten empfindlichen *Federkiel-Hygrometers*, deſſen ſich auch der Prediger Bohnenberger bedient, und das ich nur ganz kurz beſchreiben will, (Taf. VII, Fig. 4.) „Man ſteckt in einen guten Federkiel ein rundes Hölzchen, das ihn genau ausfüllt, und ſchabt den Kiel durchaus

da

*) Ueberzeugt, daſs die Leſer Beobachtungen von einer ſo neuen Art, von einem ſo geſchickten Phyſiker als Herrn Profeſſor Heller, mit Begierde entgegen ſehn werden, bin ich gern erböthig, dieſen Beobachtungen den nöthigen Raum in den Annalen einzuräumen. *d. H.*

ſo dünn, als nur immer möglich iſt. Alsdann ſchneidet man mit einem ſehr ſcharfen Meſſer den Kiel nach ſeiner ganzen Länge hin ſo durch, daſs der Schnitt in einem Schraubengange um das Hölzchen herum fortgehet, wodurch man einen langen Streifen erhält, der 11 Zoll lang und 1 Linie breit iſt, wenn man ihn von dem Hölzchen abgewickelt hat. Dieſen legt man in das Waſſer, daſs er biegſamer werde und ſich ausſtrecke. Dann ſchlägt man in ein kleines, etwa 1½ Zoll breites, 1 Schuh langes Brettchen ganz oben einen eiſernen Stift, um welchen das obere Ende des Streifen gewunden und mit Siegellack befeſtigt wird. An das untere Ende des Streifens macht man einen Seidenfaden, mit Siegellack feſt, den man etliche mahl um eine kleine meſſingene Hülſe, (Fig. 5,) herumwickelt, die ſich um einen, in das untere Ende des Brettchens befeſtigten, fein polirten, beſonders eingerichteten Stift, (Fig. 6,) äuſserſt leicht herumdrehen kann, indem ſie ihn nur bei *a* und *b* berührt; an das Ende des einen Seidenfadens wird ſodann ein kleines Bleigewicht gehängt, welches niederſinkt, wenn der Streifen bei feuchter Witterung ſich ausdehnt, und wieder aufſteigt, wenn der Streifen bei trockener Witterung ſich wieder zuſammenzieht. In beiden Fällen drehet ſich die Hülſe, auf welche der Faden gewunden iſt, um den Stift; und iſt an ſie ein wohl abgewogener, ſehr leichter Zeiger, von Federkiel, Seerohr oder Fiſchbein, geſteckt, ſo drehet ſich dieſer mit ihr herum, und dann

braucht man weiter nichts mehr, als ein auf das Brettchen befeſtigtes rundes Scheibchen, auf deſſen Rand herum 100 Abtheilungen gemacht ſind. Aus dem Mittelpunkte des Scheibchens muſs die Hülſe hervorſtehen, damit der Zeiger auſserhalb des Scheibchens angeſteckt werden kann.

Der Durchmeſſer der Hülſe ſolcher Röhrchen beträgt ungefähr 2 Linien, weil die ganze Länge der Ausdehnung vom höchſten Grade der Ausdehnung bis zur Trockenheit ½ Zoll beträgt.

Den höchſten Grad der Feuchtigkeit findet man, wenn man den Kielſtreifen ungefähr ½ Stunde lang mit Waſſer benetzt, und das viereckige Loch ſo in den Zeiger ſchneidet, daſs er, wenn man ihn angeſteckt hat, dann ſenkrecht in die Höhe ſtehet, und das Scheibchen wird ſodann da, wo die Spitze des Zeigers ſteht, die Zahl 100 haben, welche den höchſten Grad der Feuchtigkeit anzeigt. So wie die Feuchtigkeit wieder abnimmt, zieht ſich der Kielſtreifen wieder zuſammen, und der Zeiger läuft auf der Scheibe zurück, weil das Röhrchen mit dem Faden zurück läuft. Den Faden über der Hülſe macht man ſo lang, daſs der Kielſtreifen in dem höchſten Grade ſeiner Ausdehnung von der Hülſe noch 2 bis 3 Linien entfernt bleibt. Das Gewicht, welches weder zu ſchwer noch zu leicht ſeyn darf, muſs bloſs durch Verſuche beſtimmt werden, und wird mehrentheils noch ſo groſs, als ich es gezeichnet.

Dies wäre nun mein Hygrometer, das ſehr empfindlich iſt und voriges Jahr 85 Grad Feuchtigkeit

anzeigte. Herr Bohnenberger iſt der Hauptkünſtler davon, und muſste, ſo viel ich weiſs, Herrn von Sauſſüre auch eines ſenden.

---

3. *Von Herrn Magiſter* Lüdicke.

Meiſsen, den 17ten Februar 1800.

Ich bin dieſen Winter über in allen meinen Nebenſtunden mit dem *Hygrometerſteine* beſchäftigt geweſen. Sie können ſich leicht die Arbeit vorſtellen, wenn ich mit Wahrheit ſagen kann, daſs ich zu mehr als 127 Maſſen erſt die Erden geſchlämmt, dann von jeder Maſſe 3 bis 6 Steine gemacht und die feſten Steine auf verſchiedene Art unterſucht habe. Mitten in dieſer Arbeit hätte ich beinahe, von der Menge Proben ermüdet, dieſen Gegenſtand ganz aufgegeben; wenn mich nicht noch der Gedanke aufgerichtet hätte, daſs der Stein vielleicht der einzige Körper ſey, der am wenigſten von der Wärme leide. Ein *Federſpul-Hygrometer* iſt ebenfalls ein Thermo-Hygrometer, ſo vorzüglich auch deſſen Empfindlichkeit ſeyn mag. Als ich das Federſpulen-Hygrometer des Herrn Chiminello machte, fand ich, daſs es keine Wiederholung der feſten Punkte oder wenigſtens des trockenen Punktes mit der Wärme zulieſs. Denn da es zugleich Thermometer war, ſo beſtimmte ich den feuchten Punkt, theils in kochendem, theils in eiskaltem Waſſer, um durch dieſen Unterſchied die Wirkung der Wärme

zu beſtimmen: allein bei Wiederholung dieſer Beſtimmungen fand ich ſie meiſtentheils niedriger, als vorher, und allezeit um viele Grade verändert. Dieſe Unregelmäſsigkeit war deſto gröſser, wenn ich den trockenen Punkt durch Wärme hatte beſtimmen wollen. Dennoch machte ich einen zweiten Verſuch, indem ich die Glasröhre und das Queckſilber entfernte. Ich verband eine Menge Querſtreifen von ausgeſottenen und gepreſsten Federſpulen vermittelſt kleiner Zwingen, und brachte ſie an ein Werkzeug, wo ſie vermittelſt eines Gewichts angezogen wurden und den Grad ihrer Ausdehnung bewirkten. Allein ich fand auch hier den Einfluſs der Wärme zu groſs, daſs ich damahls alle fernere Verſuche damit einſtellte. So viel ich aus meinen Verſuchen ſchlieſsen kann, darf der trockene Punkt nicht mit Wärme beſtimmt werden, weil der feuchte Punkt um mehrere Grade dadurch verändert werden wird; und wenn Wiederholungen dieſer Beſtimmung vielleicht nicht ſtatt finden dürften, ſo wäre zu beſorgen, daſs ein ſolches Hygrometer ſich mit der Zeit ändern werde.

---

4. *Von Herrn* Leopold von Buch.

Stolpe bei Angermünde, den 5ten December 1799.

— — Sie werden vielleicht einige Aufſätze von mir in Lamétherie's *Journal de Phyſique* finden. Der erſte betrifft die *Barometer-Geſetze.* *) Es iſt bekannt, wie ſehr Lambert ſchon auf das Geſetz in den Variationen des Barometers aufmerkſam machte. Aber ich finde nicht, daſs er den ſo auffallenden Zuſammenhang dieſer Variationen mit der Temperatur beobachtet habe. Die Auffindung und Feſtſtellung ſolcher Geſetze ſcheint mir der einzige ſichere Weg, das Problem der Wetterprophezeihung zu löſen. Und auch ohnedies gewährt die Vergleichung dieſer Variations-Reihen von mehrern Orten ſehr intereſſante Reſultate. Ich bin völlig überzeugt, daſs man aus bloſs barometriſchen Beobachtungen auf die Temperatur des Beobachtungsorts ſchlieſsen kann.

Der Aufſatz vom *Granit* iſt eigentlich durch Lamétherie's Anliegen entſtanden, ihn und ſein Kryſtalliſations-Syſtem gegen de Lüc's Angriffe in der franzöſiſchen Ausgabe ſeiner Briefe an Blumenbach zu vertheidigen. Die Vertheidigung des Syſtems, und ſo weit es den Granit angeht, habe ich übernommen, weil es hierin mit meinen, das heiſst, mit Werner's Ideen übereinkommt;

*) Und iſt ſchon für das folgende Heft dieſer Annalen abgedruckt. *d. H.*

oder vielmehr, ich habe nur drei Worte darüber geſagt. Sie beſonders gegen de Lüc zu richten, kommt mir nicht zu; denn de Lüc iſt 70, ich 25 Jahr. Doch glaube ich einige Data zur Beſtimmung der Unwahrſcheinlichkeit der Meinungen Sauſſüre's, Dolomieu's und de Lüc's von Entſtehung der Gebirge hingeworfen zu haben. Sauſſüre glaubt die Gebirge durch gasförmige Emanationen in die Höhe gehoben, und faſt noch mehr Dolomieu. De Lüc hingegen hält ſie für den Ueberreſt einer ehemaligen Erdrinde, die in hypothetiſche Hölen verſank. Er entdeckte dies groſse Geheimniſs, als er im Winter einſt bei Windſor an der Themſe Ufern ſpazierte. Das jetzt zurückgetretene Waſſer war gefroren; das Eis blieb auf der Wieſe, hing ſich an die Grasſpitzen, und ſank von beiden Seiten herab; eben ſo die Gebirge. Ich ſollte doch denken, die Oberfläche der Erde iſt von einer Windſorwieſe verſchieden, und die Gebirge von einer Eiskruſte. Lamétherie ſcheint mir hier doch die gröſste Idee zu haben, der alles aus den gemeinen Gravitations-Geſetzen herleitet, und die Gebirgsmaſſen durch eigne Anziehung ſich aufhäufen läſst. Wenn man genauer Acht hat, aus welchen Maſſen die Gebirge beſtehen, und nicht, wie einſt Gatterer that, dieſe Maſſe für gleich viel hält, ſie als von Einer Zeitentſtehung annimmt, ſo wird Lamétherie's Meinung äuſserſt einladend. Sie verlangt keine Hypotheſen, und entfernt ſich nicht von der Erfahrung. Aber

weiter möchte ich auch Lamétherie's *Theorie de la terre* nicht unterſchreiben.

Ich darf Sie wohl auf Moll's *Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde* aufmerkſam machen, für die ich mich beſonders intereſſire. Der Herausgeber verbindet Eifer, Fleiſs und Kenntniſſe in hohem Maaſse, und wenn ich nicht irre, enthalten die bis jetzt erſchienenen 4 Stücke ſehr gute und brauchbare Sachen. Der Auszug aus dem franzöſiſchen *Journal des Mines* ſcheint mir wohlgewählt und gut ausgeführt. Moll erwartet wirklich Beiträge aus fremden Händen, und in Deutſchland hat er eine nicht unbeträchtliche Correſpondenz.

Ich bin ſo glücklich geweſen, auf dem *Veſuv*, während die Franzoſen in Neapel revolutionirten, manche, mir ſehr intereſſante, Beobachtung zu machen. Ich werde verſuchen, in wie fern ſie gleiches Intereſſe für das Publikum hat. Aber *wann*, das weiſs ich nicht zu beſtimmen. Mein ganzer Vorrath von Anmerkungen, ſoll in zwei Bänden erſcheinen. Der erſte wird dann eine *geographiſche Ueberſicht von Schleſien*, mit einer groſsen Karte, einen geognoſtiſchen Aufſatz über das *öſterreichiſche Salz-Kammergut*, eine Reiſe durch *Salzburg* und meinen Uebergang über die *Alpen* enthalten. Der zweite eine geognoſtiſche Ueberſicht von *Roms Gegend*; Reiſe durch *Sabina*, und Promenaden bei *Fraſcati*, *Albano* und *Marino*;

Briefe über *Neapel*, den *Veſuv* und die *phlegräiſchen Gefilde*, und vielleicht die Reiſe von *Piſa* über *Maſſa*, *Spezia*, *Seſtri*, *Genua*, *Savona*, *Nizza* durch die *Provence* nach *Marſeille*.

Ich werde aber meine Freunde ſehr täuſchen, die glauben, daſs ich, nachdem ich einen Vulkan, wenn gleich nur flüchtig, geſehn habe, ich jetzt über die verſchiedenen Meinungen von *unſerm Baſalt* etwas beſtimmtes zu ſagen im Stande bin. Jener Winkel Italiens hat ſo wenig Aehnlichkeit mit den unſrigen Gegenden, daſs mir gänzlich die Vergleichspunkte fehlen. Dort zweifle ich keinesweges an alten, ausgebrannten Vulkanen, unter denen die *Rocca Monſina* bei *Seſſa* noch jetzt faſt alle äuſsere Verhältniſſe des Veſuvs hat, nur in gröſserm Maaſsſtabe. Allein von den dortigen Maſſen auf die unſrigen zu ſchlieſsen, würde immer zu voreilig ſeyn, wenn ſie gleich oft täuſchende Aehnlichkeit mit dem Baſalt haben. Die Lava von 1760 und 1794 iſt vom Baſalt durchaus nicht unterſchieden. Die geognoſtiſchen Verhältniſſe in beiden Gegenden ſind auſserordentlich verſchieden. Und dann iſt auch von vielen unteritaliäniſchen Gebirgsarten ſehr leicht darzuthun, daſs ſie, wenn auch Feuergeburten, doch durch Eruptionen nicht entſtanden, daſs ſie keine Lava-Ströme ſind, zu denen ſo mancher, der die Natur nur aus fremden Beobachtungen kennt, auch unſre Baſalt-Berge gern machen möchte. Es iſt mir äuſserſt auffal-

lend und ſonderbar, daſs alle dieſe räthſelhaften Produkte in Italien in den Raum eingeſchränkt werden, der von der Mündung des *Arno*, durch *Val di Chiana* am *Tiber* bis zum Einfluſſe der *Nera* herab, dann jenſeit der *pontiniſchen Sümpfe*, immer am Fuſse der Kalk-Apenninen fort, bis zum *Sarno* bei *Nocera*, und bis zu deſſen Mündung, begrenzt wird. Das *Euganeen - Gebirge* bei *Padua* hat mehr Aehnlichkeit mit unſern Bergen der Trappformation, und weit mehr noch, wie man ſagt, die Berge bei *Lugano*.

XI.
Vermiſchte BEMERKUNGEN UND NACHRICHTEN.

1. *Ein merkwürdiger Verſuch des Prof.* Abildgaard *in Koppenhagen, über die Wirkung des Lichts auf das rothe Queckſilber-Oxyd.*

Herr Profeſſor Abildgaard erzählt in einem Briefe an Vauquelin: *) „Er habe die Luft aus „einer Glasröhre, in welcher zwei Gran rother „Queckſilberkalk lagen, ausgepumpt und ſie ver-„ſchloſſen dem Sonnenlichte ausgeſetzt. Der rothe „Queckſilberkalk ſey dadurch an der Oberfläche „in ſchwarzen verwandelt, und zugleich Waſſer „an die Wände der Glasröhre abgeſetzt worden. „Nachdem er die Röhre unter Waſſer geöffnet, „fand ſich Luft darin, deren Beſchaffenheit er aber „nicht unterſuchte. Er wünſcht die Wiederholung „dieſes Verſuchs, der ihm merkwürdig ſchien."

Bei der Wiederholung dieſes allerdings intereſ-ſanten Verſuchs, der vor Zeiten bei dem Streite über das antiphlogiſtiſche Syſtem wahrſcheinlich bald geprüft worden wäre, ſind indeſs mehrere Vorſichtsmaſsregeln nicht zu vergeſſen, beſonders wohl ausgeglüheten Kalk zu nehmen, und ſich da-

*) *Annales de Chimie*, T. XXXII, p. 193.

bei keiner gewöhnlichen Luftpumpe, ſondern etwa einer von der Art, wie ſie Sauſſüre beſchreibt, *) zu bedienen. Denn ohnedies wird man immer abgeſchiedenes Waſſer ſehen, ſobald man in einen auf die gewöhnliche Art ausgepumpten Raum etwas Luft, welcher Art ſie auch ſey, (hier Sauerſtoffgas aus dem Queckſilberkalke,) einläſst, wodurch die Waſſerdämpfe gedrückt, ſich verdichten.

L. A. v. A.

2. *Nachricht vom Einfluſſe verſchiedener Gasarten auf das Keimen der Saamen.* **)

In 13 verſchiedene Gasarten, die insgeſammt in gleicher Temperatur gehalten wurden, war Gartenkreſſe ausgeſäet worden. 1. In *Sauerſtoffgas* und *Stickſtoffgas*, (aus der atmoſphäriſchen Luft durch Reſpiration und Verbrennen erhalten,) ging das Keimen eben ſo gut als in der *atmoſphäriſchen Luft* vor ſich. 2. *Waſſerſtoffgas* und *kohlenſaures Gas*, beides auf mehrfache Weiſe aus verſchiedenen Stoffen bereitet, hemmten den Keim in der Entwickelung, ohne ihn jedoch zu zerſtören. Die Kreſskörner ſchwollen in ihnen zwar ein wenig auf, aber während acht Tage, daſs ſie in dieſen Gasarten lagen, entwickelte ſich kein Keim, in-

*) *Eſſay de Hygrom.*, S. 331. *A.*

**) Aus einer Vorleſung des Fürſten Dimitri von Gallitzin in der Erfurtiſchen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften, den 2ten October 1799. *Reichsanzeiger*, Jahr 1800; No. 11.

deſs der Saame in den erſten drei Luftarten vier Blätter in dieſer Zeit hervorgebracht hatte. Als darauf atmoſphäriſche Luft hinzu gelaſſen wurde, trieben dieſe Saamenkörner in 48 Stunden zwei Blätter. 3. *Salpeterluſt* zerſtörte den Saamen, indem ſie ihn ſchwärzte und unfähig machte, in andern Luftarten zu keimen, welches vielleicht der concentrirten ſalpeterigen Säure in dieſem Gas zuzuſchreiben iſt.

Um zu verſuchen, ob ſich dem Keimen der aufzubewahrenden Kartoffeln im Winter dadurch vorbeugen lieſse, daſs man ſie in kohlenſaures Gas verſchlöſſe, legte der Fürſt in eine mit Queckſilber geſperrte Glasglocke voll kohlenſauren Gas 60 Kartoffeln. Sie hatten zwar nach 6 Monaten nicht gekeimt, waren aber ganz verfault, gaben einen braunen eiterähnlichen Saft von ſich, und ſtanken entſetzlich.

Zuletzt empfiehlt der Fürſt den Phyſikern Verſuche über die Aeuſserung der *Electricität* in den verſchiedenen Gasarten.

* * *

In der Sitzung vom 2ten November der Erfurter Geſellſchaft der Wiſſenſchaften ſuchte Herr Profeſſor Hamilton in Erfurt, in einer Vorleſung über die *Natur der electriſchen Materie* zu zeigen, daſs dieſe aus *Licht*, *Feuer* und *Phosphorſäure* beſtehe, und Herr Dr. Thielow zeigte am Beiſpiele zweier Pflanzen, daſs das Begieſsen mit verdünnter

Schwefelſäure den Wachsthum der Pflanzen ſehr befördere, Ingenhouſs Entdeckung gemäſs, nach welcher der Sauerſtoff groſsen Einfluſs auf die Vegetation hat.

3. *Neues Verfahren, die Platina zu ſchmieden.* *)

Herr Graf Muſsin-Puſchkin, wirklicher Ruſsiſch-Kaiſerlicher Kammerherr, hat eine ganz neue Methode entdeckt, *die Platina zu ſchmieden,* von denen des Grafen von Sickingen und des Herrn Jeannetty in Paris ganz verſchieden, (vergleiche Rochon's Aufſatz in dieſem Bande der Annalen, S. 291, 292 und 294.) Er will ſeine Entdeckung einem Künſtler oder einer gelehrten Geſellſchaft, die ihm 150 Pfund Platina zuſchicken wird, bekannt machen, und hofft durch ſeine Methode dieſes Metall zu einem Gegenſtande der Handlung und der Gewerbe zu machen.

4. *Bemerkungen über die Vorrichtung* Samuel Vince's *zur Vergleichung des Stoſses eines iſolirten Waſſerſtrahls auf eine unbewegliche Ebene, mit dem Drucke einer ruhenden Waſſerſäule.* (*Annalen der Phyſik, II. Band, S.* 416.) **)

Der Schluſs, den Vince aus dem an ſich ganz richtigen Verſuche an der angeführten Stelle der

*) *Hamburger unpartheiiſcher Correſpondent,* 1800, No. 33.

**) *Erlanger Litteratur-Zeitung,* 1800, No. 23.

Annalen zieht, daſs der Waſſerſtoſs dem Gewichte eines Waſſerprisma von der zur Geſchwindigkeit gehörigen einfachen Höhe gleich ſey, iſt unrichtig. Der Gebrauch dieſes Apparats iſt bei weitem nicht ſo einfach, als deſſen Erfinder meint, ſondern ſetzt eine Theorie voraus, die unter die verwickeltſten der angewandten Mathematik gehört, und bei deren Begründung die Herren Bernoulli, d'Alembert, Käſtner und Karſten wetteifernd ihre Kräfte verſucht haben. Nach der gründlichen Darſtellung in Karſten's *Hydraulik*, Abſchnitt 14, S. 543, erhält man, wenn W die Weite des Gefäſses, ω die Gröſse einer Oeffnung im Boden, und a die beſtändige Waſſerhöhe bedeutet, den Druck, welchen das Waſſer während des Ausfluſſes auf den Boden des Gefäſses ausübt, für den Beharrungsſtand $= \frac{W}{W+\omega} \cdot a\,(W-\omega,)$ oder, wenn, mit Rückſicht auf die Zuſammenziehung, $\gamma\omega$ ſtatt ω geſetzt wird, $\frac{W.(W-\gamma\omega)}{W+\gamma\omega} \cdot a$; alſo, weil $\frac{\gamma\omega}{W}$ ſehr klein angenommen wird, ſehr nahe $Wa - 2a\gamma\omega$. Bei Verſchlieſsung der Bodenöffnung iſt der Druck auf den ganzen Boden Wa. Alſo geht von dieſem Drucke, wegen des Ausflieſsens ein Theil $2a\gamma\omega$ verlohren. Weil aber dennoch das Gleichgewicht des Hebels fortdauert, ſo muſs der Stoſs auf den untern Körper jenem Verluſte gleich ſeyn; dieſer iſt alſo gleich

$\gamma\omega \cdot 2\alpha$. Hieraus ſieht man alſo, *daſs auch dieſes Werkzeug den Stoſs ſo groſs giebt, als der Druck einer Waſſerſäule von der doppelten zur Geſchwindigkeit gehörigen Höhe*, wie das die vielen übereinſtimmenden Verſuche Langsdorf's in ſeinem Lehrbuche der Hydraulik darthaten.

5. *Nachricht des Herrn* Dr. Chladni's *in Wittenberg von ſeinem Clavi-Cylinder.*

Schon ſeit mehrern Jahren bemühete ich mich, ein Taſtatur-Inſtrument zu erfinden, auf dem man jeden Ton nach Belieben könnte fortdauern und anwachſen oder verſchwinden laſſen, und das dabei einfacher, und alſo mit weniger Schwierigkeiten zu bauen und im gehörigen Stande zu erhalten wäre, als der Bogenflügel und einige andere bisherige Verſuche ſolcher Art. Endlich erfand ich im Mai 1799 ein Inſtrument, welches durch einen möglichſt einfachen Mechanismus dieſes leiſtet, und brachte es im Januar 1800 zu Stande. Ich habe ihm den Namen *Clavi-Cylinder* gegeben, weil eine Taſtatur, mit welcher es geſpielt wird, und ein gläſerner oder mit Glas bekleideter Cylinder, der an einem Ende mit einem Schwungrade und an dem andern mit einer Kurbel verſehen iſt, und durch einen Fuſstritt umgedreht wird, zu den unentbehrlichſten Beſtandtheilen gehören, da hingegen der übrige Mechanismus ſich auf mancherlei Weiſe abändern läſst.

Der Umfang geht gegenwärtig von G bis $\bar{\bar{\bar{e}}}$, enthält alſo drei Octaven und eine groſse Sexte; man kann aber, wenn ein ſolches Inſtrument gröſser gebauet wird, in der Höhe und Tiefe weit mehrere Töne hinzufügen. Das jetzige Inſtrument habe ich nicht vergröſsern wollen, um es auf Reiſen in meinem Wagen mitnehmen zu können; es iſt 36 dresdner Zoll lang, 25 breit und 11 hoch; vorn iſt es ſo abgeſtumpft, daſs es die Geſtalt eines Schreibepultes hat.

Die Töne dauern ſo lange fort, als die Taſten niedergedrückt werden; durch mehrern oder mindern Druck kann man die Stärke zu- oder abnehmen laſſen. Es ſpricht augenblicklich an, ſo daſs auch geſchwinde Sätze ſich darauf ausführen laſſen, jedoch thun etwas langſamere Sätze eine beſſere Wirkung. Der Klang iſt ſehr angenehm; aber von meinem Euphon ſowohl, wie von der Harmonica verſchieden. Einige finden ihn einem ſanften Orgelregiſter, Andere in der Tiefe dem Fagott und in der Höhe der Hoboe, Andere mehrern gutgeſpielten Violinen ähnlich, u. ſ. w. Es iſt unverſtimmbar.

Daſs ich gegenwärtig die innere Einrichtung dieſes Inſtruments, ſo wie auch des Euphons noch nicht öffentlich bekannt mache, iſt, nach aller Billigkeit, mir nicht zu verargen, da meine Erfindungen mein alleiniges Erwerbmittel ſind, indem ich weder einen Gehalt, noch andere Unterſtützung genieſse. Würden mir aber die vielen auf meine Erfindungen verwendeten Bemühungen und Koſten

einigermaſsen anſtändig vergütet: ſo würde ich bereit ſeyn, die Theorie beider von mir erfundenen Inſtrumente, nebſt allen bei deren Bau nöthigen praktiſchen Handgriffen, ohne Zurückhaltung bekannt zu machen. Da ich indeſſen es für tadelnswerth halte, wenn jemand irgend eine Entdeckung, die andern nützlich oder angenehm ſeyn kann, mit ſich abſterben läſst: ſo habe ich ſchon längſt die Theorie des Euphons nebſt den nöthigen Zeichnungen ausgearbeitet, und werde mit der Theorie des Clavi-Cylinders eben ſo verfahren. So viel kann ich gegenwärtig anzeigen, daſs das Weſentliche dieſer Erfindung darin beſteht:

1. Durch Reibung vermittelſt eines ſich umdrehenden Cylinders einen Klang hervorzubringen. 2. Glas, welches bisher bei der Harmonica und bei meinem Euphon als klingender oder geſtrichener Körper benutzt worden iſt, als ſtreichenden Körper zu gebrauchen und dadurch andere Körper in Bewegung zu ſetzen. Ich bemerke dieſes in der Abſicht, damit, wenn in der Folge jemand ein Inſtrument bauen ſollte, dem eine oder beide von dieſen Eigenſchaften zukommen, er nicht etwa auch behaupten möge, etwas Neues erfunden zu haben.

Einige Schreib- und Druckfehler.

Band II, S. 479, ſind die beiden oberſten Zeilen in der Hälfte der Tabelle rechts mit einander verwechſelt; die zweite bezieht ſich auf den Diamanten und ſollte zu oberſt ſtehn, die erſte auf das Reiſsblei.

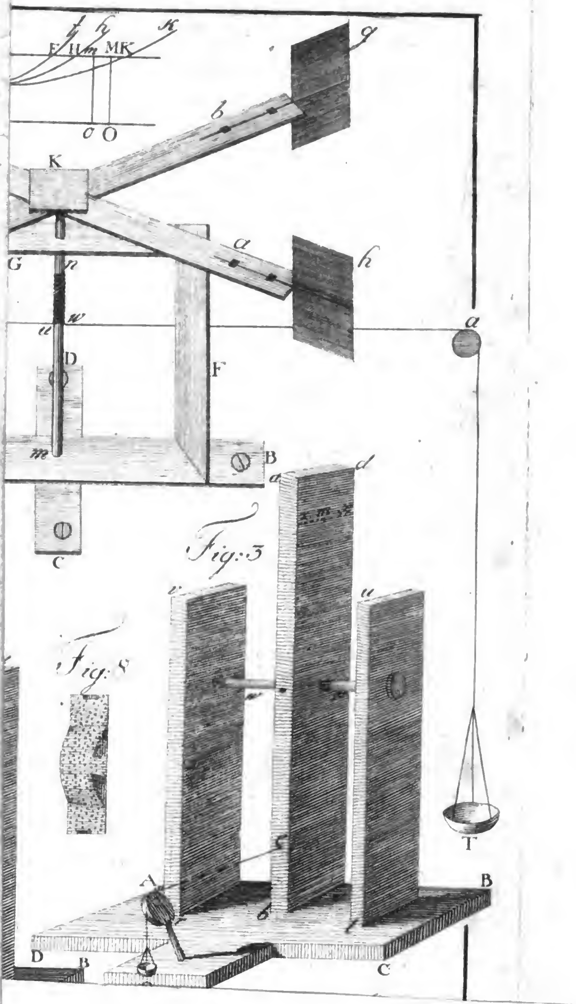
Band III, S. 241, Z. 1 u. 2, v. u., ſtatt, *d. H.*, lies: *Hällſtr.*

S. 390, Z. 3, ſtatt, *MGO*, lies: *LGO*

Auf Taf. VII, Fig 4, ſtatt, *BB*, ſetze *Bβ*, und ſtatt *L*, *α*

Band IV, S. 112, ſtatt, VI, ſetze, V.

S. 199, Z. 3, ſtatt, <, ſetze: >.



f h K
F H m MK
g
b
o O
K
a
h
G n
u w
a
D
F
m
B
d
a
C
Fig: 3
v
u
Fig: 8
A
B
D
B
C
T

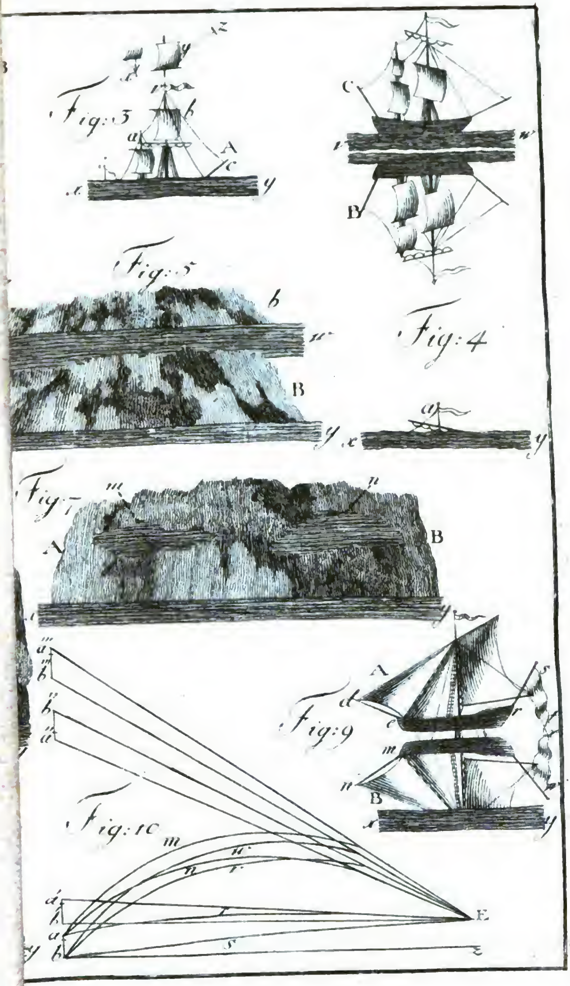
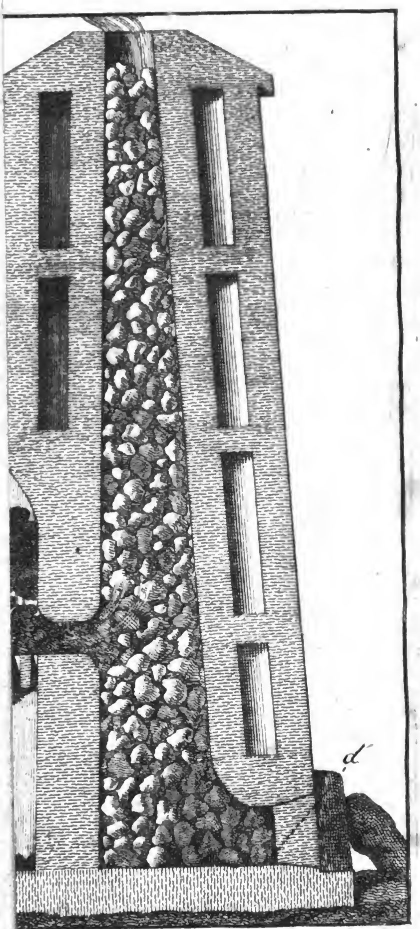


Fig:3
Fig:4
Fig:5
Fig:7
Fig:9
Fig:10

Digitized by Google

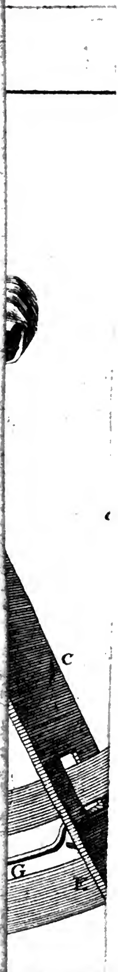


. 4.B: 2.H.

Digitized by Google

B: 3

Digitized by Google



4.B: 4.H